

Indeks tjelesne mase, prirast tjelesne mase trudnica i ishod trudnoće

Body mass index, weight gain during pregnancy and pregnancy outcomes

Massimo Bembic^{1*}, Marko Samardžija¹, Tea Štimac²

Sažetak. Cilj: Utvrditi pojavnost makrosomije novorođenčeta, porođaja carskim rezom, gestacijskog dijabetesa melitusa i gestacijske hipertenzije u odnosu na prirast tjelesne mase u trudnoći. **Ispitanici i metode:** Podaci su prikupljeni na Klinici za ginekologiju i porodništvo Kliničkog bolničkog centra u Rijeci. U retrospektivnu kohortnu studiju uključene su 3433 trudnice koje su imale indeks tjelesne mase veći od 25 kg/m² te jedноплодне, živorođene i terminske trudnoće u periodu od 5 godina. Trudnice su podijeljene u skupine s povećanom tjelesnom masom i pretiilošću, a svaka skupina sadržavala je podskupine trudnica koje su dobile više i manje od 15 kg. Analizirani su makrosomija novorođenčeta, dovršetak porođaja, pojava gestacijskog dijabetesa i gestacijske hipertenzije, a statistička analiza provedena je u programu Rgui X²-testom uz razinu statističke značajnosti $p < 0,05$. **Rezultati:** U skupini trudnica s povećanom tjelesnom masom pokazala se statistički značajna pojavnost makrosomije u odnosu na prirast tjelesne mase ($p < 0,01$), dok kod pretilih trudnica nema statističke značajne pojavnosti ($p = 0,06$). U skupini trudnica s povećanom tjelesnom masom pokazala se statički značajna pojavnost porođaja carskim rezom u odnosu na prirast tjelesne mase ($p = 0,025$), dok kod pretilih trudnica nije statistički značajna ($p = 0,064$). Pojavnost gestacijskog dijabetesa melitusa i gestacijske hipertenzije u odnosu na prirast tjelesne mase od 15 kg nije se pokazala statistički značajnom među kategorijama pojedinih skupina. **Zaključak:** Kod trudnica s povećanom tjelesnom masom pojavnost makrosomije i porođaja carskim rezom statistički je značajna u odnosu na prirast tjelesne mase od 15 kg, dok kod pretilih trudnica nema statističke značajnosti. Pojavnost gestacijskog dijabetesa melitusa i hipertenzije nije statistički značajna u odnosu na prirast tjelesne mase trudnica.

Ključne riječi: carski rez; gestacijska hipertenzija; gestacijski dijabetes melitus; makrosomija; trudnoća

Abstract. Aim: To evaluate the occurrence of macrosomia, type of birth, gestational diabetes mellitus and gestational hypertension relative to weight gain during pregnancy. **Patients and methods:** We collected data from the Department of Gynaecology and Obstetrics at the University Hospital Rijeka. Retrospective cohort study included 3433 pregnant women with body mass index higher than 25 kg/m² and singleton term pregnancies over a period of five years. Women were divided into overweight and obese pregnant women. Each group contained subgroups of those who gained more and less than 15 kilograms. Macrosomia, type of birth, gestational diabetes mellitus and hypertension were analyzed. Statistical analysis was performed in Rgui using X² test, with a statistical significance level of $p < 0.05$. **Results:** The occurrence of macrosomia relative to weight gain during pregnancy in the group of overweight pregnant women was significant ($p < 0.01$), while there was no significant occurrence in the group of obese women ($p = 0.06$). There was a significant occurrence of cesarean section relative to weight gain ($P = 0.025$) in the group of overweight woman. However, there was no such occurrence in the group of obese women ($P = 0.064$). The occurrence of gestational diabetes mellitus and gestational hypertension relative to weight gain was not significant in either group. **Conclusion:** In the group of overweight pregnant woman the occurrence of macrosomia and cesarean section was significant in relation to weight gain during pregnancy, while in obese pregnant women such occurrence was not observed. The occurrence of gestational diabetes mellitus and gestational hypertension was not significant in relation to weight gain during pregnancy.

Key words: cesarean section; gestational diabetes mellitus; gestational hypertension; macrosomia; pregnancy

¹ Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka

² Klinika za ginekologiju i porodništvo, Klinički bolnički centar Rijeka, Rijeka

*Dopisni autor:

Massimo Bembic
Sveučilište u Rijeci, Medicinski fakultet
Braće Branchetta 20, 51 000 Rijeka
e-mail: massimo.bembic@gmail.com

<http://hrcak.srce.hr/medicina>

UVOD

Tijekom posljednja dva desetljeća u Sjedinjenim Američkim Državama (SAD) i europskim zemljama došlo je do drastičnog povećanja tjelesne mase u ženskoj populaciji. Provedene su brojne studije koje su istraživale povezanost između prirasta tjelesne mase u trudnoći te povećanja prevalencije pretilosti u ženskoj populaciji. Prema podacima koje je prikupio Nacionalni centar za zdravstvenu statistiku (engl. *National centre for*

Brojna istraživanja pokazala su da je prekomjerni prirast tjelesne mase u trudnoći povezan sa sve većim brojem porođaja koji su dovršeni carskim rezom, povećanim rizikom od nepovoljnih perinatalnih ishoda, a povezuje se i s incidencijom gestacijskog dijabetesa melitusa i hipertenzivnim poremećajima trudnoće.

health statistics; NCHS) u SAD-u u razdoblju od 1999. do 2004. gotovo dvije trećine trudnica imale su povećani indeks tjelesne mase (ITM) ≥ 25 kg/m², a gotovo jedna trećina trudnica bila je pretila (ITM ≥ 30 kg/m²)^{1,2}.

Institut za medicinu (engl. *institute of medicine*; IOM) 1990. godine izdao je prve preporuke u vezi s prirastom tjelesne mase tijekom trudnoće, a preporuke su kasnije revidirane i obnovljene 2009. godine². Prirast tjelesne mase u trudnoći rezultat je povećanog fetalnog rasta, povećanog skladištenja masnoća i hranjivih tvari kod majke, povećanja tkiva (maternica, placenta, masno tkivo i grudi), širenja izvanstanične tekućine i volumena krvi te stvaranja amnionske tekućine. Istraživanja su pokazala da je prekomjerni prirast tjelesne mase u trudnoći povezan sa sve većim brojem porođaja koji su dovršeni carskim rezom i s povećanim rizikom od nepovoljnih perinatalnih ishoda kao što su fetalna makrosomija, kefalopelvični nerazmjer, trauma, asfiksije i perinatalne smrti. Osim toga, može se povećati incidencija gestacijskog dijabetesa melitusa (GDM), hipertenzivnih poremećaja trudnoće i zadržavanja tjelesne mase nakon porođaja^{3,4}.

Osim gestacijskog prirasta tjelesne mase, ITM također utječe na fetalni rast i ishod trudnoće: abnormalno visok ili nizak majčin ITM utječe na

fetalni rast u drugom i trećem tromjesečju trudnoće i povezan je s različitim nepovoljnim ishodima⁴. Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi pojavnost makrosomije novorođenčeta, dovršetka porođaja carskim rezom, gestacijske hipertenzije i gestacijskog dijabetesa u odnosu na prirast tjelesne mase u trudnoći. Sve trudnice zaprimljene su u rađaonicu na Klinici za ginekologiju i porodništvo Kliničkog bolničkog centra Rijeka u razdoblju od 1. siječnja 2012. do 31. prosinca 2016. godine.

ISPITANICI I METODE

Podaci su prikupljeni na Klinici za ginekologiju i porodništvo Kliničkog bolničkog centra u Rijeci. Retrospektivno kohortno istraživanje uključilo je 3433 trudnica koje su imale ITM veći od 25 kg/m² te jednopodne, živorođene i termenske trudnoće u periodu od 5 godina (od 1. siječnja 2012. do 31. prosinca 2016.). Iz istraživanja isključene su trudnice s višeplođnim trudnoćama, preegzistentnim dijabetesom i kroničnom hipertenzijom.

ITM je parametar koji predstavlja osnovni parametar u našem istraživanju, te smo na temelju njega podijelili trudnice u skupine trudnica s povećanom tjelesnom masom (ITM = 25 – 29,9 kg/m²) i pretilošću (ITM ≥ 30 kg/m²). On predstavlja omjer tjelesne mase u kilogramima i kvadrata tjelesne visine u metrima, a računa se prema formuli:

$$\text{ITM (kg/m}^2\text{)} = \text{tjelesna masa (kg)} / \{\text{visina (m)}\}^2.$$

Osim s obzirom na ITM, trudnice smo podijelili i na temelju prirasta tjelesne mase tijekom trudnoće od više i manje 15 kg. Dakle, trudnice su podijeljene u skupine s povećanom tjelesnom masom (ITM = 25 – 29,9 kg/m²) i pretilošću (ITM ≥ 30 kg/m²), a svaka skupina sadržava podskupine trudnica koje su dobile više i manje od 15 kg. Analizirali smo makrosomiju novorođenčeta (≥ 4000 g), dovršetak porođaja carskim rezom te pojavu gestacijskog dijabetesa melitusa i gestacijske hipertenzije.

Prema kriterijima studije HAPO GDM se dijagnosticira ako su vrijednosti glukoze u venskoj plazmi natašte $\geq 5,1$ mmol/L i/ili nakon 60 minuta ≥ 10 mmol/L i/ili nakon 120 minuta $\geq 8,5$ mmol/L. Za dijagnozu GDM-a potrebno je da jedna od vrijednosti bude jednaka ili veća od graničnih⁵. Gestacijska hipertenzija je povišenje krvnog tlaka nakon 20. tjedna trudnoće, pri čemu je očitana

vrijednost sistoličkog tlaka ≥ 140 mmHg, a dija-stoličkog tlaka ≥ 90 mmHg najmanje dva puta u razmaku od 4 sata. Dijagnoza se potvrđuje ako nema znakova proteinurije i disfunkcije organa⁶.

Statistika

Nakon prikupljanja podataka i svrstavanja u određene skupine i podskupine primijenili smo statističku analizu podataka. Istraživane parametre prikazali smo raspodjelom po skupinama i udjelom. Razlike među skupinama analizirane su χ^2 testom. Statistička analiza provedena je u programu Rgui (**R version 3.5.1., Feather Spray**) i Microsoft Excelu (Microsoft Office 2013). Razinu statističke značajnosti procijenili smo na $p < 0,05$.

REZULTATI

Od ukupno 3433 trudnice uključene u studiju, 1520 (44,3 %) trudnica je dobilo više, a 1913 (55,7 %) manje od 15 kg (tablica 1).

Kod trudnica s ITM-om 25 – 29,9 kg/m² koje su u trudnoći dobile više od 15 kg uz pomoć χ^2 testa dokazala se statistički značajno veća pojavnost rađanja makrosomnog djeteta, nego kod podskupine koja je dobila manje od 15 kg ($p < 0,001$)

(tablica 2). U skupini trudnica s ITM-om ≥ 30 kg/m² koje su u trudnoći dobile više od 15 kg nije dokazana statistički značajna pojavnost rađanja makrosomnog djeteta u odnosu na podskupinu koja je dobila manje od 15 kg ($p = 0,06$). Kod trudnica s povećanom tjelesnom masom koje su u trudnoći dobile više od 15 kg dokazana je statistički značajno veća pojavnost dovršetka porođaja carskim rezom ($p = 0,025$), dok kod pretilih trudnica prirast tjelesne mase od 15 kg nije pokazao statistički značajnu pojavnost ($p = 0,064$). Kod pacijentica s ITM-om 25 – 29,9 kg/m² koje su u trudnoći dobile više od 15 kg nije dokazana statistički značajna pojavnost gestacijske hipertenzije u odnosu na podskupinu koja je dobila manje od 15 kg ($p = 0,163$). Također, ni kod trudnica s ITM-om ≥ 30 kg/m² nema statistički značajne pojavnosti gestacijske hipertenzije ($p = 0,741$). U skupini trudnica s povećanom tjelesnom masom incidencija gestacijskog dijabetesa melitusa u podskupini koja je dobila manje od 15 kg veća je u odnosu na podskupinu koja je dobila više od 15 kg ($p = 0,018$). Pojavnost GDM-a u podskupini koja je dobila manje od 15 kg kod pretilih trudnica pokazala se također statistički značajnom ($p = 0,01$).

Tablica 1. Prikaz trudnica po skupinama i podskupinama

		ITM (kg/m ²)		
		25 – 29,9	≥ 30	Ukupno
		N (%)		
prirast tjelesne mase (kg)	≥ 15	1236 (36)	284 (8,3)	1520 (44,3)
	< 15	1233 (35,9)	680 (19,8)	1913 (55,7)

Tablica 2. Kliničke karakteristike djece i majki po skupinama i podskupinama

		prirast tjelesne mase (kg)	ITM (kg/m ²)		
			25 – 29,9	≥ 30	Ukupno
			N (%)		
makrosomija novorođenčadi		≥ 15	298 (24,1)	73 (25,7)	371 (24,4)
		< 15	143 (11,6)	136 (20)	279 (14,6)
dovršetak porođaja	carski rez	≥ 15	226 (18,3)	71 (25)	297 (19,5)
		< 15	183 (14,8)	132 (19,4)	315 (16,5)
	vaginalno instrumentalno	≥ 15	12 (1)	0 (0)	12 (0,8)
		< 15	20 (1,6)	9 (1,3)	29 (1,5)
	vaginalno	≥ 15	998 (80,7)	213 (75)	1211 (79,7)
		< 15	1030 (83,6)	539 (79,3)	1569 (82)
gestacijska hipertenzija		≥ 15	59 (4,8)	38 (13,4)	97 (6,4)
		< 15	44 (3,6)	84 (12,4)	128 (6,7)
gestacijski dijabetes melitus		≥ 15	61 (4,9)	24 (8,5)	85 (5,6)
		< 15	90 (7,3)	101 (14,9)	191 (10)

RASPRAVA

Indeks tjelesne mase i prirast tjelesne mase su značajni faktori za dobar ishod trudnoće. Adekvatan prirast tjelesne mase trudnica koji je kompatibilan s normalnim ishodom trudnoće tema je rasprava još od 1940. godine^{2,7}.

Makrosomija novorođenčeta uzrokuje brojne porođajne komplikacije (produžen porođaj, dovršetak porođaja carskim rezom, ozljede na porođaju, zastoj ramena, perinatalnu asfiksiju...)⁸. Budući da

Ova retrospektivna analiza prikazuje da je osim samog indeksa tjelesne mase $\geq 25 \text{ kg/m}^2$ i prirast tjelesne mase $\geq 15 \text{ kg}$ nepovoljan prediktor za razvoj perinatalnih komplikacija i povećava izgled za nastanak gestacijskog dijabetesa i gestacijske hipertenzije te povećava vjerojatnost dovršetka porođaja carskim rezom.

povećana koncentracija glukoze u majke povećava koncentraciju glukoze i inzulina u fetusu, linearno se pojavljuje makrosomija u novorođenčeta⁹. U našem istraživanju ITM prije porođaja ima jaču značajnost s pojavnošću makrosomije djeteta nego gestacijski prirast tjelesne mase kod pretilih trudnica, dok kod trudnica s povećanom tjelesnom masom veću značajnost ima gestacijski prirast tjelesne mase. Yi Li i suradnici u svom istraživanju dokazali su da indeks tjelesne mase prije trudnoće nije povezan s makrosomijom; višestrukom logističkom regresijskom analizom pokazali su da je makrosomija uglavnom povezana s povećanjem tjelesne mase u trudnoći (OR = 1,14, 95% CI [1.10-1.19]), s time da oni u svom istraživanju nisu uspoređivali skupine trudnica s pretižnošću i povećanom tjelesnom masom¹⁰.

Prirast tjelesne mase tijekom trudnoće također povišuje rizik od dovršetka porođaja carskim rezom¹¹. Prvo porođajno doba je sporije, a također sporije traje i drugo porođajno doba, pa se opstetričari često odlučuju na dovršenje porođaja carskim rezom. U samom carskom rezu više je komplikacija, kao što su obilnije krvarenje i infekcije rana, te anesteziološki incidenti¹². Istraživanje Balaji Bhavadharinija i suradnika pokazalo je da su stope dovršetka porođaja carskim rezom ($p < 0,001$) i makrosomije ($p < 0,001$) bile statistički

značajno povišene u skupini pretilih trudnica u odnosu na trudnice s povećanom tjelesnom masom. Također, pokazalo se da pretila žena koje su dobile veću količinu kilograma od preporučene imaju veći rizik od dovršetka porođaja carskim rezom (OR: 1.9, 95 % CI: 1.4 – 2.5; $p < 0,001$)¹³. Edwards i suradnici u svom istraživanju nisu našli povezanost između pretilosti i prirasta tjelesne mase kod pretilih žena u odnosu na dovršetak porođaja carskim rezom, što se slaže s našim rezultatima, vjerojatno stoga što se u oba istraživanja proučavala europska populacija trudnica¹⁴.

Gestacijska hipertenzija u trudnoći nastaje nakon 20 tjedana i obično traje do 6 tjedana nakon porođaja. Hipertenzija u kombinaciji s gestacijskim dijabetesom melitusom i do 20 % povećava rizik od preeklampsije i eklampsije¹⁵. Kod pacijentica s hipertenzijom povećava se fetalna smrtnost zbog smanjenog uteroplacentarnog protoka, koji može uzrokovati vazospazam, zastoj u rastu, hipoksiju i abrupciju posteljice¹⁶. Naše istraživanje pokazalo je da nastanak gestacijske hipertenzije nije značajan u odnosu na prirast tjelesne mase veći od 15 kg (ITM $\geq 30 \text{ kg/m}^2 - p = 0,741$, ITM = 25 – 29,9 $\text{kg/m}^2 - p = 0,163$). Naš rezultat slaže se s istraživanjem Viswanathana i suradnika koji također nisu pronašli značajnu povezanost između prirasta tjelesne mase i rizika od nastanka gestacijske hipertenzije¹⁷. S druge strane, Macdonald-Wallis i suradnici navode da su povezanost između hipertenzije i prirasta tjelesne mase u ranoj trudnoći neovisno povezani s povećanim rizikom od gestacijske hipertenzije i preeklampsije. Također, u njihovom istraživanju prirast tjelesne mase povezan je s promjenom krvnog tlaka tijekom istog gestacijskog razdoblja¹⁸. Istraživanje Miao Miao i suradnika pokazalo je da su izgledi hipertenzije bili znatno veći kod žena koje su imale prekomjernu tjelesnu težinu ili pretilost prije trudnoće (OR 4,10 i 9,78)¹⁹. Gaillard i suradnici odredili su da je vjerojatnost hipertenzije 3 puta veća kod žena s visokim ITM-om prije trudnoće, što se u potpunosti slaže s našim rezultatima²⁰.

Gestacijski dijabetes melitus je poremećaj metabolizma ugljikohidrata koji se detektira nakon 20 tjedana trudnoće. U brojnim istraživanjima izvješćuje se o većoj incidenciji gestacijskog dijabetesa kod pretilih trudnica u odnosu na ostale trudnice^{21,22}. U našem istraživanju to se potvrdilo

jer je 4,9 % trudnica s povećanom tjelesnom masom koje su u trudnoći dobile više od 15 kg, te 7,3 % u skupini onih koje su dobile manje od 15 kg dobilo gestacijski dijabetes melitus. U skupini pretilih trudnica bila je puno veća incidencija (≥ 15 kg – 8,5 % žena, < 15 kg – 14,9 %). Rizik od gestacijskog dijabetesa melitusa 4 puta je veći u pretilih trudnica. Visoka stopa gestacijskih dobitaka na težini, posebno u ranoj trudnoći, može povećati rizik od GDM-a žena te gestacijski prirast težine tijekom rane trudnoće može predstavljati faktor rizika za GDM²³.

U literaturi koju smo pretraživali nije pronađeno niti jedno istraživanje koje je u obzir uzelo prirast tjelesne mase od 15 kilograma tijekom trudnoće kao graničnu vrijednost za pojavu komplikacija među skupinama trudnica s povećanom tjelesnom masom i pretilošću, što uvelike govori o autohtonosti istraživanja. Također, istraživanje je obuhvatilo velik uzorak (3433 trudnice), što dovodi do vjerodostojnije analize podataka, odnosno respektabilnijih zaključaka koji proizlaze iz našeg retrospektivnog istraživanja.

ZAKLJUČAK

Ova retrospektivna analiza prikazuje da je osim samog indeksa tjelesne mase ≥ 25 kg/m² i prirast tjelesne mase ≥ 15 kg također nepovoljan prediktor za razvoj perinatalnih komplikacija i povećava izgled za nastanak gestacijskog dijabetesa i gestacijske hipertenzije, te povećava vjerojatnost dovršetka porođaja carskim rezom. Uspoređujući skupine trudnica s povećanom tjelesnom masom i pretilošću, s obzirom na prirast tjelesne mase, može se zaključiti sljedeće:

Pojavnost makrosomije novorođenčeta (> 4000 g) značajna je u odnosu na prirast tjelesne mase ≥ 15 kg kod trudnica s ITM-om 25 – 29,9 kg/m², dok kod trudnica s ITM-om ≥ 30 kg/m² nema statistički značajne pojavnosti.

Pojavnost dovršetka porođaja carskim rezom značajna je u odnosu na prirast tjelesne mase ≥ 15 kg kod trudnica s ITM-om 25 – 29,9 kg/m², dok kod trudnica s ITM-om ≥ 30 kg/m² nema statističke značajne pojavnosti.

Pojavnost gestacijske hipertenzije nije značajna u odnosu na prirast tjelesne mase ≥ 15 kg bez obzira na ITM trudnica.

Pojavnost gestacijskog dijabetesa melitusa nije značajna u odnosu na prirast tjelesne mase ≥ 15 kg bez obzira na ITM trudnica.

Izjava o sukobu interesa: autori izjavljuju da ne postoji sukob interesa.

LITERATURA

- Gunderson EP, Abrams B. Epidemiology of Gestational Weight Gain and Body Weight Changes After Pregnancy. *Epidemiol Rev* 1999;21:261-75.
- Rasmussen KM, Yaktine AL. Weight Gain During Pregnancy: Reexamining the Guidelines. Washington (DC): The National Academies Press (US) 2009;181-3.
- Magalhães EI, Maia DS, Bonfim CF, Netto MP, Lamounier JA, Rocha Dda S. Prevalence and factors associated with excessive weight gain in pregnancy in health units in the southwest of Bahia. *Rev Bras Epidemiol* 2015; 18:858-69.
- Galjaard S, Pexsters A, Devlieger R, Guelinckx I, Abdallah Y, Lewis C et al. The Influence of Weight Gain Patterns in Pregnancy on Fetal Growth Using Cluster Analysis in an Obese and Nonobese Population. *Obesity* 2013;21:1416-22.
- Coustan DR, Lowe LP, Metzger EB, Dyer AR. The HAPO Study: Paving the way for new diagnostic criteria for GDM. *Am J Obstet Gynecol* 2010;202:654.
- Yoder SR, Thornburg LL, Bisognano JD. Hypertension in Pregnancy and Women of Childbearing Age. *Am J Med* 2009;122:890.
- Rosso P. A new chart to monitor weight gain during pregnancy. *Am J Clin Nutr* 1985;41:644-52.
- Oestreich AK, Moley KH. Developmental and Transmissible Origins of Obesity-Associated Health Disorders. *Trends Genet* 2017;33:399-407.
- Elshenawy S, Simmons R. Maternal obesity and prenatal programming. *Mol Cell Endocrinol* 2016;435:2-6.
- Yi L, Liu QF, Zhang D, Shen Y, Ye K, Lai HL et al. Weight Gain in Pregnancy, Maternal Age and Gestational Age in Relation to Fetal Macrosomia. *Clin Nutr Res* 2015;4: 104-9.
- Getahun D, Kaminsky LM, Elsasser DA, Kirby RS, Ananth CV, Vintzileos AM. Changes in prepregnancy body mass index between pregnancies and risk of primary cesarean delivery. *Am J Obstet Gynecol* 2007;197:376.e1-7.
- Chu SY, Kim SY, Schmid CH, Dietz PM, Callaghan WM, Lau J et al. Maternal obesity and risk of cesarean delivery: a meta-analysis. *Obes Rev* 2007;8:385-94.
- Bhavadarini B, Anjana RM, Deepa M, Jayashree G, Nrutya S, Shobana M et al. Gestational Weight Gain and Pregnancy Outcomes in Relation to Body Mass Index in Asian Indian Women. *Indian J Endocrinol Metab* 2017;21:588-93.
- Edwards LE, Hellerstedt WL, Alton IR, Story M, Himes JH. Pregnancy complications and birth outcomes in obese and normal-weight women: Effects of gestational weight change. *Obstet Gynecol* 1996;87:389-94.
- Catalano P, deMouzon SH. Maternal obesity and metabolic risk to the offspring: why lifestyle interventions may have not achieved the desired outcomes. *Int J Obes* 2015;39:642-9.

16. Jevc YB, Konje JC, Doshani A. Placental dysfunction in obese women and antenatal surveillance strategies. *Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol* 2015;29:350-64.
17. Viswanathan M, Siega-Riz AM, Moos MK, Deierlein A, Mumford S, Knaack J et al. Outcomes of maternal weight gain. *Evid Rep Technol Assess* 2008;168: 1-223.
18. Macdonald-Wallis C, Tilling K, Fraser A, Nelson SM, Lawlor DA. Gestational weight gain as a risk factor for hypertensive disorders of pregnancy. *Am J Obstet Gynecol* 2013;209:327.
19. Miao M, Dai M, Zhang Y, Sun F, Guo X, Sun G. Influence of maternal overweight, obesity and gestational weight gain on the perinatal outcomes in women with gestational diabetes mellitus. *Sci Rep* 2017;7:305.
20. Gaillard R, Steegers EA, Hofman A, Jaddoe VW. Associations of maternal obesity with blood pressure and the risks of gestational hypertensive disorders. The Generation R Study. *J Hypertens* 2011;29:937-44.
21. Valsamakis G, Kyriazi EL, Mouslech Z, Siristatidis C, Mastorakos G. Effect of maternal obesity on pregnancy outcomes and long-term metabolic consequences. *Hormones* 2015;14:345-57.
22. Sharma A, Bahadursingh S, Ramsewak S, Teelucksingh S. Medical and surgical interventions to improve outcomes in obese women planning for pregnancy. *Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol* 2015;29:565-76.
23. Hedderson MM, Gunderson EP, Ferrara A. Gestational weight gain and risk of gestational diabetes mellitus. *Obstet Gynecol* 2010;115:597-604.