

Gestasyonel Diabetes Mellitusta Plasentanın Shear Wave Elastografi ile Değerlendirilmesi

Evaluation of Placenta by Shear Wave Elastography in Gestational Diabetes Mellitus

Emine UYSAL¹  Mehmet ÖZTÜRK¹  Ayşegül KEBAPÇILAR²  Çetin ÇELİK² 
Mustafa KOPLAY¹  Mustafa Yasir ÖZLÜ¹ 

ÖZ

Amaç: Bu çalışmada gestasyonel diabetes mellitus (GDM) tanısı almış gebelerde shear wave elastografi (SWE) kullanarak plasenta elastisite değerlerini belirlemek ve kontrol grubu plasenta elastisite değerleri ile karşılaştırmak amaçlanmıştır.

Araçlar ve Yöntem: Ağustos 2018 ile Aralık 2018 tarihleri arasında GDM tanısı almış 31 gebe ve 30 sağlıklı gebe çalışmaya dahil edildi. GDM tanısı için 75 g oral glukoz tolerans testi (OGTT) yapıldı. Hipertansiyon, sistemik hastalık ve sigara kullanım öyküsü olan, gebelik öncesi diabetes mellitus tanısı alan ve plasentası anteriorda olmayan gebeler çalışmaya dahil edilmedi. SWE değerlendirmeleri iki radyolog tarafından ayrı ayrı gerçekleştirildi. SWE incelemesi için plasentanın homojen ekotekstüre sahip, damar ve kalsifikasyon içermeyen bölgeleri tercih edildi. Elastisite değerlendirmesi için 10 mm çapında dairesel alanlar kullanılarak 3 farklı lokalizasyondan ölçümler yapıldı. Her plasenta için elde edilen üç değerın ortalaması hesaplanarak ortalama elastisite değerleri belirlendi.

Bulgular: GDM grubunda yaş ortalaması kontrol grubuna göre anlamlı derecede yüksekti ($p=0.039$). Her iki grup arasında gebelik haftaları anlamlı farklılık göstermemekteydi ($p=0.55$). Plasentanın ortanca (minimum-maksimum) sertlik değerleri GDM grubunda 14.1 (5-21.9) kPa, kontrol grubunda ise 12.6 (7.6-39.6) kPa olarak tespit edildi. Kontrol grubunda plasenta sertlik değerleri GDM grubuna göre hafif düşük olmakla birlikte iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktu ($p=0.26$). Her iki grupta maternal yaş ve gebelik haftası ile plasenta sertlik ve hız değerleri arasında anlamlı ilişki tespit edilmedi ($p=0.306$, $p=0.23$, $p=0.19$, $p=0.27$). Sınıf içi korelasyon katsayıları sertlik (kPa) için 0.88 ve hız (m/s) için 0.84 idi.

Sonuç: SWE pek çok organ da olduğu gibi plasentanın değerlendirilmesinde gri skala ultrasonografiyi tamamlayıcı yöntem olarak kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: gestasyonel diabetes mellitus; plasenta; shear wave elastografi; ultrason

ABSTRACT

Purpose: This study aims to determine the placental elasticity by using shear wave elastography (SWE) in women with gestational diabetes mellitus (GDM), and to compare it with the placental elasticity of the control group.

Materials and Methods: Thirty-one women with GDM and 30 healthy pregnant between August-December 2018 were included in the study. Pregnant women with a history of hypertension, systemic disease, and smoking, who were diagnosed with diabetes mellitus before pregnancy and did not have anterior placenta were excluded from the study. SWE evaluations were carried out separately by two blinded radiologists. For SWE examination, regions of the placenta with homogeneous echotexture and without vascular and calcification were preferred. For elasticity evaluation, measurements were taken from 3 different localizations using 10 mm diameter circular areas, and the average value was calculated.

Results: The mean age of the GDM group was significantly higher than that of the control group ($p=0.039$). Gestational weeks did not differ significantly between the two groups ($p=0.55$). The median (min-max) stiffness values of the placenta were 14.1 (5-21.9) kPa in the GDM group and 12.6 (7.6-39.6) kPa in the control group. There was no statistically significant difference between the two groups ($p=0.26$). There was no relationship between maternal age and gestational week with placental elasticity in both groups ($p=0.306$, $p=0.23$, $p=0.19$, $p=0.27$). Intraclass correlation coefficients were 0.88 for stiffness (kPa) and 0.84 for velocity (m/s).

Conclusion: SWE can be used as a complementary method to grayscale ultrasonography to evaluate the placenta, as in many organs.

Keywords: gestational diabetes mellitus; placenta; shear wave elastography; ultrasound

Gönderilme tarihi: 28.04.2021; Kabul edilme tarihi: 19.01.2022

¹ Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyoloji Anabilim Dalı, Selçuklu, Konya, Türkiye.

² Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kadın Hastalıkları ve Doğum Anabilim Dalı, Konya, Türkiye.

Sorumlu Yazar: Dr. Öğr. Üyesi Emine Uysal, Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyoloji Anabilim Dalı, Selçuklu, Konya, Türkiye.
e-posta: druysalemine@gmail.com

Makaleye atf için: Uysal E, Öztürk M, Kebapçılar A, Çelik Ç, Koplay M, Özlü MY. Gestasyonel diabetes mellitusta plasentanın shear wave elastografi ile değerlendirilmesi. Ahi Evran Med J. 2022;6(2):162-167. DOI:10.46332/aemj.929451

GİRİŞ

Gestasyonel diabetes mellitus (GDM), hamilelik sırasında başlayan veya ilk kez tanı alan değişen şiddette glikoz intoleransı olarak tanımlanır.¹ Gebeliklerin yaklaşık %1-10'ununda görülebilir. GDM makrozomi, doğum travması, yenidoğan döneminde hipoglisemi, solunum sıkıntısı sendromu gibi fetal komplikasyonlar ile ilişkilidir.² An-nede ise tip 2 diyabetes mellitus gelişme riskini arttırmaktadır.³

Plasenta anne ve gelişmekte olan fetus arasındaki temel bağlantıdır ve plasental hastalıklar fetal gelişimi etkileyebilir. Birçok çalışma, gestasyonel diabetes mellitus'un plasenta yapısında değişikliklere neden olabileceğini ve olumsuz fetal sonuçlara yol açabileceğini göstermiştir.⁴ Diyabetik gebelerde sinsityotrofoblast, sitotrofoblast, trofoblastik bazal membran ve fetal damarlarda çeşitli histolojik yapısal değişiklikler olduğu belirlenmiştir.⁵ Diyabetik hastalarda özellikle villöz ağacın periferik zonundaki yüzey alanı genişler. Maternal ve fetal damarlar arasındaki difüzyon boşluğu, trofoblastik bazal membranın büyük miktarlarda kollajen, ağırlıklı olarak tip IV ile kalınlaşması nedeniyle de artar.⁶ Klinik pratikte, rutin gri skala sonografik muayenede bu morfolojik değişiklikleri tanımlamak kolay değildir.⁷

Shear wave elastografi (SWE), dokuya bir prob ile kısa süreli yüksek güçlü akustik itme kuvvetinin uygulandığı bir US elastografi yöntemidir. Bu kuvvet, dokuda yatay olarak yayılan mekanik dalgaları indükler. Bu enine aralıklı yer değiştirmeler "kayma dalgaları (shear waves)" olarak tanımlanır.⁸ SWE, doku içindeki kayma dalgalarının yayılma oranını ölçerek doku sertliğini kilopaskal (kPa) veya saniyede metre (m/s) cinsinden nicel olarak ortaya koymaktadır.⁹ Akustik itme kuvvetinin operatör yerine prob tarafından üretilmesi, SWE'nin tekrarlanabilir, niceliksel ve operatörden bağımsız olmasını sağlar. Kayma dalgaları daha sert dokuda daha hızlı ve daha yumuşak dokuda daha yavaş hareket eder.¹⁰

Son zamanlarda intrauterin büyüme geriliği, gebeliğe bağlı hipertansiyon ve plasenta previa-akreta gibi hastalıklarda plasenta sertliğini değerlendirmek için elastografi kullanılmıştır.¹¹⁻¹³ Elastografinin obstetrikte uygulanmasının güvenli olduğu kanıtlanmıştır.¹⁴ GDM tanısı almış hastalarda

plasentayı değerlendiren sınırlı sayıda in-vivo elastografi çalışması mevcuttur.¹⁵⁻¹⁷ Bu çalışmada GDM tanısı almış gebelerde SWE kullanarak plasenta elastisite değerlerini belirlemek ve kontrol grubu plasenta elastisite değerleri ile karşılaştırmak amaçlanmıştır.

ARAÇLAR ve YÖNTEM

Hasta Seçimi

Bu prospektif çalışma için Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulundan onay alındı (Doküman Tarihi ve Sayısı: 09/07/2018-E.70792). Ağustos 2018 ile Aralık 2018 tarihleri arasında GDM tanısı almış 31 gebe ve 30 sağlıklı gebe çalışmaya dahil edildi. İnceleme öncesinde her bir katılımcıdan bilgilendirilmiş onam formu alındı. Tüm gebelerin gebelik yaşları ilk trimesterde yapılan ultrasonografik muayene ile doğrulandı. GDM tanısı için 75 g oral glukoz tolerans testi (OGTT) yapıldı. 75 g OGTT' nin GDM tanısı için tanısal eşik kan şekeri değerleri şu şekildedir: açlık ≥ 92 mg/dl (5.1 mmol/l), 1 saat ≥ 180 mg/dl (10.0 mmol/l) ve 2 saat ≥ 153 mg/dl (8.5 mmol/l).¹⁸ Yukarıda listelenen kan şekeri değerlerinden herhangi birinin listelenen eşiklere ulaşması veya aşması durumunda GDM teşhisi kondu. Hipertansiyon, sistemik hastalık ve sigara kullanım öyküsü olan gebeler çalışma dışında bırakıldı. Ayrıca plasenta anteriorunda olmayan gebeler ve gebelik öncesi diabetes mellitus tanısı alanlar çalışmaya dahil edilmedi. Ailede diabetes mellitus öyküsü kontrol grubu için dışlama kriteriydi.

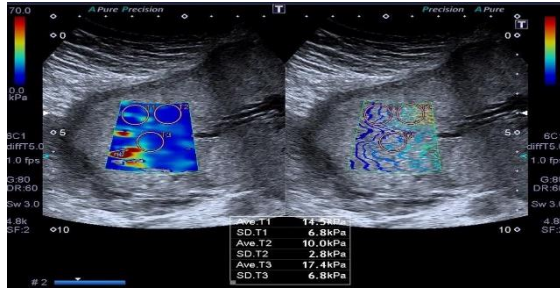
SWE İncelemesi

Sonoelastografi incelemesi, 1-6 MHz konveks prob kullanılarak SWE özelliği olan bir cihazla (Aplio500 US, Canon Medical System Corporation, Tustin, CA, ABD) OGTT ile aynı gün yapıldı. Öncelikle ayrıntılı fetal US incelemesi gerçekleştirilerek fetuslarda sonografik bir anormallik varlığı araştırıldı. Ardından SWE incelemesine geçildi. SWE değerlendirmeleri, tüm hastalarda diğer radyoloğun bulgularından habersiz olan, altı ve üç yıllık SWE deneyimine sahip iki radyolog tarafından ayrı ayrı gerçekleştirildi. Muayene sırasında katılımcılardan hareket etmemeleri ve derin nefes almamaları istendi. Prob, fetüs dinlenme pozisyonundayken plasentayı inceleyebilecek şekilde karın duvarına baskı yapılmadan yerleştirildi. SWE

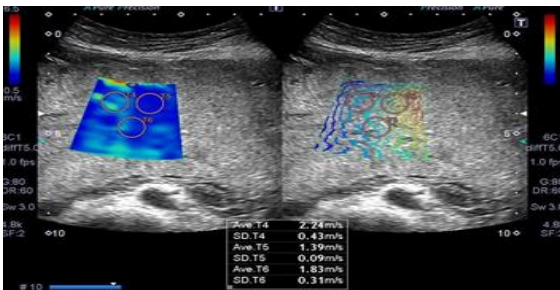
incelemesi plasentanın orta kısmında maternal ve fetal yüz arasında yapıldı. Elastografi incelemesi için plasentanın homojen ekotekstüre sahip, damar ve kalsifikasyon içermeyen bölgeleri tercih edildi. 10 mm çapında dairesel alanlar kullanılarak 3 farklı lokalizasyondan ölçümler yapıldı (Resim 1, 2). Tüm ölçümler hem kilopaskal (kPa) hem de metre/saniye (m/s) olarak kaydedildi. Her plasenta için elde edilen üç değerın ortalaması hesaplanarak ortalama sertlik ve hız değerleri belirlendi.

İstatiksel Analiz

Değişkenlerin dağılımının normalliğini değerlendirmek için Kolmogorov-Smirnov testi kullanıldı. Kantitatif değişkenler ortanca (minimum-maksimum) şeklinde ifade edildi. Gruplar arasında karşılaştırma Mann-Whitney U testi ile yapıldı. Değişkenler arasındaki ilişkiyi belirlemek için Spearman korelasyon katsayısı kullanıldı. $p < 0.05$ değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. Tüm istatistiksel analizler için SPSS versiyon 23 (IBM, Armonk, NY, ABD) kullanıldı.



Resim 1. 32 yaşında 24 haftalık GDM tanısı almış hastada plasenta sertlik ölçümü. Plasentanın orta kısmında üç farklı lokalizasyondan ölçülen değerlerin ortalaması hesaplanarak ortalama sertlik değeri elde edilmiştir.



Resim 2. 27 yaşında 26 haftalık kontrol grubunda gebede plasenta hız ölçümü. Plasentanın orta kısmında üç farklı lokalizasyondan ölçülen değerlerin ortalaması hesaplanarak ortalama hız değeri elde edilmiştir.

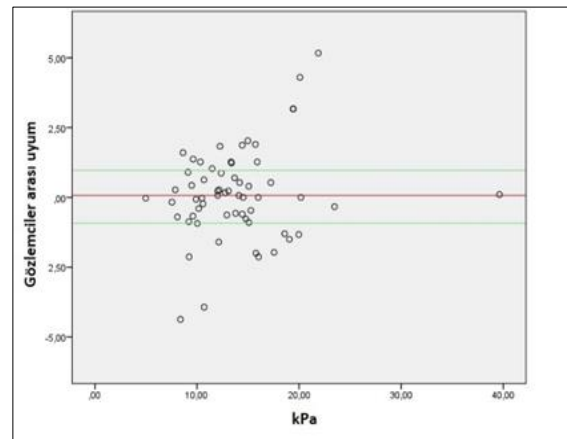
BULGULAR

Çalışmaya 31 GDM, 30 kontrol grubunda olmak üzere toplam 61 gebe katıldı. Katılımcıların yaş ortalaması GDM

grubunda 29.9 ± 5 iken kontrol grubunda 27.1 ± 5.1 idi. Her iki grup arasında yaş anlamlı farklılık göstermekteydi ($p=0.039$). GDM grubunda yaş ortalaması kontrol grubuna göre anlamlı derecede yüksekti. GDM grubunda gebelik haftası medyan(minimum-maksimum) değeri 26 (24–35), kontrol grubunda 26 (23–32) idi. Her iki grup arasında gebelik haftaları anlamlı farklılık göstermemekteydi ($p=0.55$).

GDM ve kontrol grubunda her gözlemcinin plasenta için elde ettiği sertlik ve hız değerleri, gruplar arasındaki ilişki ve gözlemciler arası uyum katsayıları Tablo 1’de belirtilmiştir. Plasentanın ortanca(minimum-maksimum) sertlik değerleri GDM grubunda 14.1 (5-21.9) kPa, kontrol grubunda ise 12.6 (7.6-39.6) kPa olarak tespit edildi. Kontrol grubunda plasenta sertlik değerleri GDM grubuna göre hafif düşük olmakla birlikte iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktu ($p=0.26$). Plasentanın ortanca(minimum-maksimum) hız değeri kontrol grubunda 2 (1.53-3.5) m/s, GDM grubunda ise 2.02 (1.25-2.75) m/s olarak kaydedildi. Hız değerleri GDM grubunda kontrol grubuna göre hafif yüksek olmasına rağmen iki grup arasında anlamlı farklılık göstermemekteydi ($p=0.37$). Sınıf içi korelasyon katsayıları sertlik (kPa) için 0.88 ve hız (m/s) için 0.84 idi. Resim 3 sertlik değerleri için, Resim 4 hız değerleri için gözlemciler arası uyumu göstermektedir.

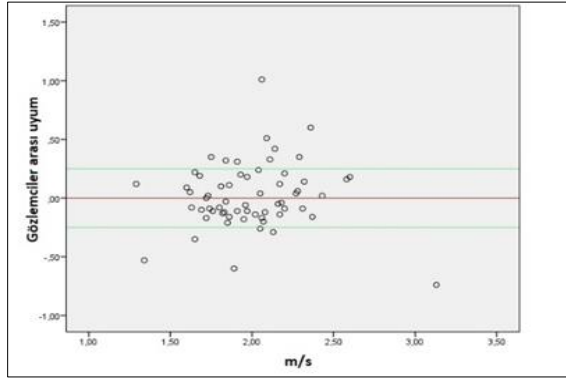
GDM ve kontrol grubunda maternal yaş ile plasenta sertlik ve hız değerleri arasında anlamlı ilişki tespit edilmedi ($p=0.306$, $p=0.23$). Her iki grupta gebelik haftası ile plasenta sertlik ve hız değerleri arasında anlamlı bir ilişki yoktu ($p=0.19$, $p=0.27$).



Resim 3. Bland-Altman grafiği plasenta sertlik değerleri için gözlemciler arası uyumu göstermektedir.

Tablo 1. Her iki gözlemci tarafından elde edilen plasenta elastisite değerleri, GDM ve kontrol grubu arasındaki ilişki ve gözlemciler arası uyum katsayıları

Değişkenler			GDM (n=31)	Kontrol (n=30)	p*	Kappa (p)
Plasenta elastisite değerleri	kPa	Gözlemci 1	14.1 (5–24.4)	12.8 (7.4–39.6)	0.27	0.88
	[ortanca (min–max)]	Gözlemci 2	14 (5–20.6)	12.7 (7.6–39.6)	0.21	(0.001)
		Ortalama	14.1 (5–21.9)	12.6 (7.6–39.6)	0.26	
	m/s	Gözlemci 1	2.03 (1.26–2.83)	2 (1.48–3.5)	0.4	0.84
	[ortanca (min–max)]	Gözlemci 2	1.97 (1.23–3.25)	1.95 (1.55–3.5)	0.42	(0.001)
		Ortalama	2.02 (1.25–2.75)	2 (1.53–3.5)	0.37	

**Resim 4.** Bland-Altman grafiği plasenta hız değerleri için gözlemciler arası uyumu göstermektedir.

TARTIŞMA

GDM'li hastaların prevalansı, özellikle son on yılda artmaktadır. Bizimkine coğrafi olarak benzer bir bölgeden yakın zamanda yapılan bir araştırma, hamile popülasyonda GDM insidansını %29.9 olarak bildirirken, artan yaşla GDM görülme sıklığının arttığını belirtmiştir.¹⁹ Bizim çalışmamızda da GDM'li hastaların yaş ortalaması kontrol grubunun yaş ortalamasından anlamlı derecede yüksek bulundu.

Plasenta, fetüs ve anne arasındaki madde alışverişini sağlayan yegâne organdır. Ayrıca besinlerin depolanması, hormon sentezi ve savunma sistemi için önemli rol oynar.²⁰ GDM, plasental yapıda değişikliklere neden olabileceğinden, bu çalışma GDM'li hastalarda plasenta elastisite değerlerini ortaya koymayı ve normal plasenta elastisite değerleri ile karşılaştırmayı amaçlamıştır. Kullandığımız US cihazı elastisiteyi hem sertlik (kPa) hem de hız (m/s) olarak ölçebildiği için her iki birimde de ölçüm yapma fırsatımız oldu. Li ve ark.²¹ normal plasentanın elastisite değerlerini belirlemek için yaptıkları çalışmalarında plasentanın santral ve periferik kısımlarında ölçümler yapmışlar ve elde ettikleri değerler arasında anlamlı farklılık bulunmadığını bildirmişlerdir. Yüksel ve ark.¹⁵ GDM tanısı al-

mış gebelerde yaptıkları çalışmada GDM ve kontrol grubunda plasentanın santral ve periferik kısımlarından elde edilen elastisite değerleri arasında anlamlı farklılık olmadığını belirtmişlerdir. Biz bu bilgilere dayanarak çalışmamızda plasentanın maternal ve fetal yüz arasında bulunan santral bölgesinden ölçümler elde ettik.

GDM grubunda plasentanın medyan sertlik ve hız değeri sırasıyla 14.1 (5-21.9) kPa ve 2.02 (1.25-2.75) m/s olarak tespit edilmiştir. Medyan sertlik ve hız değerleri GDM grubunda kontrol grubuna göre yüksek olmakla birlikte iki grup arasında plasenta elastisite değerleri anlamlı farklılık göstermemekte idi. İki grup arasında elastisite değerleri arasında anlamlı farklılık bulunmamasının GDM grubunda elastisite ölçümlerini OGTT ile aynı gün GDM tanısı alır almaz yapmamıza bağlı olabileceğini düşünüyoruz. Bu aşamada henüz plasentada diabetes mellitusa sekonder yapısal değişikliklerin tam olarak gelişmemiş olması iki grup arasında benzer elastisite değerlerinin ortaya çıkmasına neden olabilir. Yüksel ve ark.¹⁵ GDM grubunda plasenta elastisite değerinin kontrol grubuna göre anlamlı derecede yüksek olduğunu beyan etmişlerdir. Söz konusu çalışmada strain elastografi kullanılmış olup bu metodda incelenen dokuya uygulanan itme kuvveti kullanıcı tarafından oluşturulmaktadır. Biz plasenta elastisite ölçümü için uygulayıcıdan daha bağımsız olarak kabul edilen, itme kuvvetinin prob tarafından oluşturulduğu SWE yöntemini tercih ettik. İki çalışma arasında elastografi ölçümleri için kullanılan yöntem ve cihazların farklı olması düşük ihtimalle de olsa bu sonuca sebep olmuş olabilir. Yirmi bir adet GDM yetmiş kontrol hastası içeren bir başka çalışmada ise Bildacı ve ark.¹⁷ bizim sonuçlarımız ile benzer şekilde GDM ve kontrol grubu arasında plasenta elastisite değerleri arasında anlamlı farklılık olmadığını bildirmişlerdir. Çalışmamızda gözlemciler arası uyum katsayısı sertlik için 0.88, hız için ise 0.84 olarak tespit edilmiştir. Bu değerler gözlemciler arası uyumun mevcut olduğunu

göstermektedir. Ayrıca bu sonuçlar her iki elastisite ölçüm yönteminin plasenta için tekrarlanabilirlik ihtimalinin yüksek olduğuna işaret etmektedir.

Plasenta elastisitesi ile gebelik haftası arasındaki ilişkiye bakacak olursak bugüne kadar yapılan çoğu çalışmada plasenta elastisitesi ile gebelik haftası arasında herhangi bir ilişki tespit edilmemiştir.^{15-17,22} Çalışmamızda da GDM ve kontrol grubunda gebelik haftası ile plasenta elastisitesi arasında anlamlı ilişki tespit etmedik. Bununla birlikte Yuan ve ark.²³ 487 plasentayı inceledikleri çalışmalarında plasenta elastisitesi ile plasenta maturasyonu arasında pozitif bir ilişki olduğunu bildirmişlerdir. Plasentadan ölçüm yapılan bölgelerin, kullanılan elastografi yönteminin bu çalışmaların sonuçlarındaki farklılıklara neden olabileceğini düşünüyoruz. Çalışmamızda elastisite ölçümü için plasentanın özellikle homojen, damar ve kalsifikasyon içermeyen kısımları tercih edilmiştir. Yüksel ve ark.¹⁵ maternal yaşın plasenta elastisitesi üzerine herhangi bir etkisi olmadığını bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda da maternal yaş ile plasenta elastisitesi arasında herhangi bir ilişki mevcut değildi.

Çalışmamızın kısıtlılıklarından birincisi katılımcı sayımızın düşük olmasıdır. Sonraki çalışmalarımızda daha fazla sayıda katılımcılarla plasenta elastisite değerlerinin ölçülmesi hedeflenmektedir. İkinci kısıtlılık ise GDM grubunda elastisite ölçümlerinin tanı anında gerçekleştirilmesi, takip ölçümlerinin yapılmamış olmasıdır.

Sonuç olarak; elastografi teknolojisinin sürekli gelişmesiyle birlikte SWE pek çok organ da olduğu gibi plasenta patolojilerinin değerlendirilmesinde gri skala ultrasonografiyi tamamlayıcı yöntem olarak kullanılabilir. Gestasyonel diabetes mellitusun plasenta elastisitesi üzerindeki etkilerini ortaya koymak için daha geniş serilerde, tanı anında ve gebeliğin ilerleyen dönemlerinde elastisite değerleri ölçülerek, GDM ve kontrol grupları arasında karşılaştırılmalıdır.

Çıkar Beyannamesi

Herhangi bir çıkar çatışmasının olmadığını yazarlar beyan etmektedirler.

Bilgilendirme

Bu çalışma 24 Ekim-1 Kasım 2020 tarihlerinde online düzenlenen 41. Ulusal Radyoloji Kongresi'nde e-poster olarak sunulmuştur.

Etik Kurul İzni

Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kuruldan onay alındı (Doküman Tarihi ve Sayısı: 09/07/2018-E.70792).

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyanı

Ana fikir/Planlama: EU, MÖ, ÇÇ. Veri toplama/İşleme: MYÖ, AK. Veri analizi ve yorumlama: EU, MÖ, MK. Literatür taraması: EU, MÖ, MYÖ. Yazım: EU, ÇÇ, MK. Gözden geçirme ve düzeltme: AK, MÖ.

KAYNAKÇA

1. Metzger BE. Summary and recommendations of the Third International Workshop-Conference on Gestational Diabetes Mellitus. *Diabetes*. 1991;40(2):197-201.
2. Nordin NM, Wei JW, Naing NN, Symonds EM. Comparison of maternal-fetal outcomes in gestational diabetes and lesser degrees of glucose intolerance. *J Obstet Gynaecol Res*. 2006;32(1):107-114.
3. Li Z, Cheng Y, Wang D, et al. Incidence Rate of Type 2 Diabetes Mellitus after Gestational Diabetes Mellitus: A Systematic Review and Meta-Analysis of 170,139 Women. *J Diabetes Res*. 2020;2020:3076463.
4. Huynh J, Dawson D, Roberts D, Bentley-Lewis R. A systematic review of placental pathology in maternal diabetes mellitus. *Placenta*. 2015;36(2):101-114.
5. Evers IM, Nikkels PG, Sikkema JM, Visser GH. Placental pathology in women with type 1 diabetes and in a control group with normal and large-for-gestational-age infants. *Placenta*. 2003;24(8-9):819-825.
6. Leushner JR, Tevaarwerk GJ, Clarson CL, Harding PG, Chance GW, Haust MD. Analysis of the collagens of diabetic placental villi. *Cell Mol Biol*. 1986;32(1):27-35.
7. Pathak S, Lees CC, Hackett G, Jessop F, Sebire NJ. Frequency and clinical significance of placental histological lesions in an unselected population at or near term. *Virchows Arch*. 2011;459(6):565-572.
8. Lee EJ, Jung HK, Ko KH, Lee JT, Yoon JH. Diagnostic performances of shear wave elastography: which parameter to use in differential diagnosis of solid breast masses? *Eur Radiol*. 2013;23(7):1803-1811.
9. Uysal E, Öztürk M. Quantitative Assessment of Thyroid Glands in Healthy Children With Shear Wave Elastography. *Ultrasound Q*. 2019;35(3):297-300.
10. Cosgrove DO, Berg WA, Doré CJ, et al. Shear wave elastography for breast masses is highly reproducible. *European radiology*. 2012;22(5):1023-1032.
11. Saw SN, Low JYR, Mattar CNZ, Biswas A, Chen L, Yap CH. Motorizing and Optimizing Ultrasound Strain Elastography for Detection of Intrauterine Growth Restriction Pregnancies. *Ultrasound Med Biol*. 2018;44(3):532-543.

12. Cimsit C, Yoldemir T, Akpınar IN. Shear wave elastography in placental dysfunction: comparison of elasticity values in normal and preeclamptic pregnancies in the second trimester. *J Ultrasound Med.* 2015;34(1):151-159.
13. Alici Davutoglu E, Ariöz Habibi H, Ozel A, Yuksel MA, Adaletli I, Madazlı R. The role of shear wave elastography in the assessment of placenta previa-accrta. *J Matern Fetal Neonatal Med.* 2018;31(12):1660-1662.
14. Shiina T, Nightingale KR, Palmeri ML, et al. WFUMB guidelines and recommendations for clinical use of ultrasound elastography: Part 1: basic principles and terminology. *Ultrasound Med Biol.* 2015;41(5):1126-1147.
15. Yuksel MA, Kilic F, Kayadibi Y, et al. Shear wave elastography of the placenta in patients with gestational diabetes mellitus. *J Obstet Gynaecol.* 2016;36(5):585-588.
16. Lai HW, Lyv GR, Wei YT, Zhou T. The diagnostic value of two-dimensional shear wave elastography in gestational diabetes mellitus. *Placenta.* 2020;101:147-153.
17. Bildacı TB, Çevik H, Aksan Desteli G, Tavashlı B, Özdoğan S. Placental elasticity on patients with gestational diabetes: Single institution experience. *J Chin Med Assoc.* 2017;80(11):717-720.
18. Metzger BE, Gabbe SG, Persson B, et al. International association of diabetes and pregnancy study groups recommendations on the diagnosis and classification of hyperglycemia in pregnancy. *Diabetes Care.* 2010;33(3):676-682.
19. Shahbazian H, Noughjah S, Shahbazian N, et al. Gestational diabetes mellitus in an Iranian pregnant population using IADPSG criteria: Incidence, contributing factors and outcomes. *Diabetes Metab Syndr.* 2016;10(4):242-246.
20. Roescher AM, Hitzert MM, Timmer A, Verhagen EA, Erwich JJ, Bos AF. Placental pathology is associated with illness severity in preterm infants in the first twenty-four hours after birth. *Early Hum Dev.* 2011;87(4):315-319.
21. Li WJ, Wei ZT, Yan RL, Zhang YL. Detection of placenta elasticity modulus by quantitative real-time shear wave imaging. *Clin Exp Obstet Gynecol.* 2012;39(4):470-473.
22. Ohmaru T, Fujita Y, Sugitani M, Shimokawa M, Fukushima K, Kato K. Placental elasticity evaluation using virtual touch tissue quantification during pregnancy. *Placenta.* 2015;36(8):915-920.
23. Yuan Y, Liu H, Shengli L, et al. Preliminary study of acoustic radiation force impulse in the placental function of normal population and patients with severe preeclampsia. *Chinese Journal of Ultrasonography.* 2015;12(7):601-605.