



T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
KADIN HASTALIKLARI VE DOĞUM ANABİLİM DALI

**TRAVAY TAKİBİNDE GÜVEN VERMEYEN
KARDİYOTOKOGRAFİ OLGULARINDA YAKIN
KIZILÖTESİ SPEKTROSKOPİSİ KULLANILABİLİR Mİ?**

DR. ESMA CANSU ÇEVİK BAŞCI
UZMANLIK TEZİ

İSTANBUL 2022



T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
KADIN HASTALIKLARI VE DOĞUM ANABİLİM DALI

**TRAVAY TAKİBİNDE GÜVEN VERMEYEN
KARDİYOTOKOGRAFİ OLGULARINDA YAKIN
KIZİLÖTESİ SPEKTROSKOPİSİ KULLANILABİLİR Mİ?**

DR. ESMA CANSU ÇEVİK BAŞCI
UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN: PROF. DR. ESRA ESİM BÜYÜKBAYRAK

İSTANBUL 2022

ÖNSÖZ

Marmara Üniversitesi Kadın Hastalıkları ve Doğum Anabilim Dalının başta tez hocam Prof. Dr. Esra Esim Büyükbayrak olmak üzere çok değerli öğretim üyelerine, birlikte çalışıp bilgi ve becerilerini sınırsızca benimle paylaşan gelişimimde katkısı olan birbirinden değerli uzman ağabeylerim ve ablalarım,

Uzmanlık yolculuğumda yanımda olan güzel dostlarıma, birlikte çalıştığım ve bu sürecin her anını iyi bilen çalışma arkadaşlarıma,

En kolayından en zoruna, tüm güzelliklerimi paylaştığım ve her türlü olumsuzlukta gece gündüz demeden, yer zaman fark etmeksizin yanımda olan, her daim yanımda, arkamda, her yönümde olan çok çok ama çok değerlilerime: eşime, ablama, babama ve anneme çok teşekkür ederim.

ÖZET

Amaç: Kardiyotokografi (CTG) doğumun ikinci evresinde fetal iyilik halinin takibinde altın standard olarak kullanılmaktadır, ancak prediktif değeri düşük ve yanlış pozitiflik değeri yüksektir. Bu nedenle, fetal iyilik halinin değerlendirilmesinde non-invazif ve klinikte kardiyotokografi ile eş zamanlı ya da ona alternatif olarak kullanılabilen yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Çalışmamızda, canlı dokunun oksijenlenmesinin ölçülmesinde kullanılan Near-Infrared Spectroscopy (NIRS) cihazı ile plasental oksijen saturasyonunun ölçülmesinin CTG'nin fetal iyilik halini öngörme gücüne katkısı ve özellikle klinisyenleri yönetim açısından en çok zorlayan güven vermeyen CTG trasesi varlığında klinik yönetime katkısının olup olmayacağını değerlendirmek amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntem: Doğum eyleminin aktif fazında olup (doğumhaneye takip edilmek üzere yatışı yapılan, plasentası fundal, anterior, fundo-anterior veya anterolateral yerleşimli olan, ultrasonografi ile tespit edilen subkutan yağ doku derinliği 4,5 cm veya altında olan, 37+0 hafta ve üzeri tekil gebeliklerin dahil edildiği çalışmada travay süresince devamlı kardiyotokografi takibiyle eş zamanlı NIRS cihazı ile plasental oksijen saturasyonu ölçülmüştür. İstatistiksel analiz için SPSS 23.0 programı kullanılmıştır. Sayısal değişkenleri CTG kategorileri arasında karşılaştırmak için Kruskal-Wallis testi yapılmıştır. Kategorik değişkenlerin ilişkisine ki-kare testi ile bakılmıştır. Etkinin büyüklüğü Cramer's V ile verilmiştir. Ayrı ayrı pH değeri, APGAR 5.dakika skoru ve doğum şekli bağımsız değişken olarak alınarak CTG ve CTG+NIRS değerleri ile lojistik regresyon analizi yapılmıştır. Duyarlılık ve özgünlük değerleri, pozitif prediktif value (PPV) ve negatif prediktif value (NPV) değerleri verilmiştir.

Bulgular: 53 hastadan edinilen 500 kayıt değerlendirildiğinde CTG kategorileri ile sırasıyla pH değeri, 5. Dakika Apgar skoru ve doğum şekli arasında istatistiksel anlamlı bir ilişki saptanmamıştır ($p=0,208$) ($p=0,547$) ($p=0,103$). NIRS ortalama oksijen saturasyonu ile sırasıyla pH değeri, 5. Dakika Apgar skoru ve doğum şekli arasında istatistiksel anlamlı bir ilişki saptanmamıştır ($p=0,850$) ($p=0,514$) ($p=0,253$). NIRS deoksijenlenme sayısı ile sırasıyla pH değeri, 5. Dakika Apgar skoru ve doğum şekli arasında istatistiksel anlamlı bir ilişki saptanmamıştır ($p=0,805$) ($p=0,393$) ($p=0,257$). CTG kategorileri ile NIRS ortalama oksijen saturasyonları ve CTG kategorileri ile NIRS deoksijenlenme sayısında arasında bir ilişki bulunmamıştır ($p=0,354$) ($p=0,064$).

Sonuçlar: Doğum eyleminin aktif fazında, fetal iyilik halinin takibinde güncel pratikte en çok kullanılan yöntem olan kardiyotokografi ile fetal kalp atım hızının takibinin fetal sonucu öngörmede gücünün zayıf olduğu literatürle uyumlu olarak çalışmamızda kanıtlanmıştır. CTG takibinin prediktif öngörüsünü artırmak veya CTG takibine alternatif non-invazif method olarak NIRS ile plasental oksijen saturasyonu ölçümünün tek başına ve/ya CTG ile birlikte fetal iyilik halinin değerlendirilmesinde ve fetal sonucun öngörülmesinde (umbilikal kan gazı pH değeri, 5. Dakika Apgar skoru ve sezaryen ile doğumun gerçekleştirilmesi parametreleri değerlendirmeye alınarak) prediktif öngörüü artırıcı bir yöntem olmadığı saptanmıştır. Daha etkin olabilecek, maliyeti daha düşük, daha büyük hasta popülasyonlarında uygulanarak etkinliği gösterilecek alternatif yöntemlerin araştırılması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Fetal iyilik hali, Fetal kalp atım hızı, Kardiyotokografi, Near-Infrared Spectroscopy (NIRS), Plasenta, Oksijenlenme, Transabdominal monitorizasyon, Uteroplental dolaşım



ABSTRACT

Objective: Cardiotocography (CTG) is used as the gold standard in the follow-up of fetal well-being during the second stage of labor, but it has a low predictive value and a high false positive rate. Since it is not effective in the evaluation of fetal well-being, there is a need for an alternative non-invasive method, which could be used either concomitantly with CTG or by itself. In our study, it has been aimed to find out any contribution placental oxygen saturation measurement obtained via Near-Infrared Spectroscopy (NIRS) device, which is already in use of the measurement of oxygen saturation of biological tissues, might have on CTG's prediction on fetal well-being and whether or not this measurement might contribute to non-reassuring CTG tracing, the most challenging CTG tracing for management.

Materials and Method: Term singleton pregnant women, who are in their active stages of labor and hospitalized, with placental locations other than posterior, whose subcutaneous fat tissue depth, measured by ultrasound, is ≤ 4.5 cm have been included in the study. During active stage of labor, placental oxygen saturations were measured via NIRS device concomitantly with continuous cardiotocographic evaluation. SPSS 23.0 program was used for statistical analysis. The Kruskal-Wallis test was performed to compare numerical variables between CTG categories. The relationship of categorical variables was examined with the chi-square test. The magnitude of the effect is given by Cramer's V. Logistic regression analysis was performed with CTG and CTG and NIRS values combined, separately taking the pH value, Apgar 5th minute score and delivery type as independent variables. Sensitivity and specificity values, PPVs and NPVs are given.

Results: When the results obtained from 53 patients and 500 recordings were evaluated, no statistically significant correlation was found between CTG categories and pH values, 5th minute Apgar scores, and delivery types, respectively ($p=0.208$) ($p=0.547$) ($p=0.103$). No statistically significant correlation was found between NIRS mean oxygen saturation values and pH values, 5th minute Apgar scores, and delivery types, respectively ($p=0.850$) ($p=0.514$) ($p=0.253$). No statistically significant correlation was found between the number of NIRS placental deoxygenation events and pH values, 5th minute Apgar scores, and delivery types, respectively ($p=0.805$) ($p=0.393$) ($p=0.257$). Yet again, there was no correlation between CTG categories and the NIRS mean oxygen saturations and between CTG categories and the number of NIRS placental deoxygenation events ($p=0.354$) ($p=0.064$).

Conclusion: It was proven in our study, in accordance with the literature, that the monitorization of fetal well-being through continuous cardiotocographic evaluation of fetal heart rate, which is the most used method in the current practice, during the second stage of labor is weak in predicting fetal outcome. It was being determined that NIRS oxygen saturation measurement, which is being designed to increase the predictive prediction of CTG follow-up or to be an alternative non-invasive method to CTG follow-up, is not a method that increases the predictive prediction, whether it is used alone or in combination with CTG in the evaluation of fetal well-being and prediction of fetal outcome (umbilical blood gas pH value, Apgar 5th minute score and cesarean delivery parameters were taken into account) It is, therefore

recommended to continue searching for alternative methods that may be more effective, have lower costs, and whose effectiveness are demonstrated through their application in larger patient populations.

Keywords: Cardiotocography, Fetal distress, Fetal heart rate, Near-Infrared Spectroscopy (NIRS), Oxygenation, Placenta, Transabdominal monitoring, Uteroplacental circulation



İÇİNDEKİLER

Sayfalar

Önsöz	i
Özet.....	ii
Abstract (İngilizce Özet)	iv
1. Giriş ve Amaç.....	1
2. Genel Bilgiler.....	2
2.1 Doğum Eyleminin Evreleri.....	2
2.2. Sezaryen ile Doğum Endikasyonları.....	6
2.3 İnternal (Direkt) Elektronik Fetal Monitorizasyon.....	7
2.4 Eksternal (İndirekt) Elektronik Fetal Monitorizasyon.....	8
2.5 Fetal Kalp Atım Hızını Kontrol Eden Faktörler.....	9
2.5.1 <u>Parasempatik sinir sistemi</u>	10
2.5.2 <u>Sempatik sinir sistemi</u>	10
2.5.3 <u>Kemoreseptörler</u>	11
2.5.4 <u>Baroreseptörler</u>	11
2.5.5 <u>Santral sinir sistemi</u>	12
2.5.6 <u>Hormonal regülasyon</u>	12
2.5.7 <u>Kan hacminin kontrolü</u>	13
2.6 Fetal Kalp Atım Hızlarının Karakteristiği.....	15
2.6.1 <u>Bazal kalp atımının özellikleri</u>	15
2.6.2 <u>Fetal kalp atım hızı variabilitesi</u>	17
2.6.3 <u>Periyodik kalp atım hızı şekilleri</u>	19
2.6.3.1 <u>Geç deselerasyonlar</u>	19
2.6.3.2 <u>Erken deselerasyonlar</u>	21
2.6.3.3 <u>Değişken (variable) deselerasyonlar</u>	22
2.6.3.4 <u>Uzamış deselerasyon</u>	23
2.6.3.5 <u>Akselerasyonlar</u>	24
2.6.3.6 <u>Sinuzoidal pattern</u>	25
2.7 Normal ve Anormal Fetal Kalp Hızı Patternleri.....	26

2.8 Fetal Kalp Atım hızı Traselerinin Sınıflandırılması	26
2.9 Fetal İyilik Halinin Değerlendirilmesinde En Çok Kullanılan Yöntem: Kardiyotokografi ile Eksternal Fetal Monitorizasyon.....	31
2.10 Yeni bir yöntem olarak: Near-Infrared Spectroscopy (NIRS)	33
3. Gereç ve Yöntem.....	36
4. Bulgular.....	42
4.1 Demografik Bulgular.....	43
4.2 Hastaların Değişkenlere Göre Özellikleri.....	43
4.3 Alınan Ölçümlerin Değişkenlere Göre Özellikleri.....	45
4.4 Ölçümlerden Elde Edilen CTG Kategorilerine Göre NIRS Oksijen Satürasyonu Ortalamaları, NIRS Deoksijenlenme Sayısı, Fetal pH Değeri, Fetal Apgar (1.dk) ve (5.dk) değerleri.....	46
4.5 NIRS Oksijen Satürasyonu İçin ROC Grafiği.....	49
4.6 CTG Kategorisi ile pH, Apgar 5. Dakika Skoru, Doğum Şekli İlişkisi... 50	
4.6.1 <u>Hasta temelli bulgular</u>	50
4.6.2 <u>Ölçüm temelli bulgular</u>	51
4.7 NIRS Ortalama Oksijen Satürasyonu ile pH, Apgar 5. Dakika Skoru ve Doğum Şekli İlişkisi.....	52
4.7.1 <u>Hasta temelli bulgular</u>	52
4.7.2 <u>Ölçüm temelli bulgular</u>	54
4.8 NIRS Deoksijenlenme Sayısı ile pH, Apgar 5. Dakika Skoru ve Doğum Şekli İlişkisi.....	55
4.8.1 <u>Hasta temelli bulgular</u>	55
4.8.2 <u>Ölçüm temelli bulgular</u>	56
4.9 CTG Kategorisi ile NIRS Ortalama Oksijen Satürasyonu ve NIRS Deoksijenlenme Sayısı Arasındaki İlişki.....	58
4.10 CTG Kategorisi ve NIRS Ortalama Oksijen Satürasyonu ile Umbilikal Kord Kan Gazı pH Değeri, Apgar 5. Dakika Skoru ve Doğum Şekli Arasındaki İlişki.....	59
4.10.1 <u>Hasta temelli bulgular</u>	59
4.10.2 <u>Ölçüm temelli bulgular</u>	61
5. Tartışma.....	66

6. Sonuçlar.....	76
7. Kaynaklar.....	77



1. GİRİŞ ve AMAÇ

Prediktif değeri düşük, yanlış pozitiflik değeri yüksek (%60) olan kardiyotokografi (CTG) günümüzde doğumun ikinci evresinde fetal iyilik halinin takibinde altın standart olarak kullanılmaktadır [1]. Altın standart olmasına rağmen fetal iyilik halinin değerlendirilmesi ve fetal sonucun öngörülmesinde etkinliği yeterince yüksek olmayan bu yönetime alternatif yöntemler bulunması veya geliştirilmesi gerekmektedir.

Amerikan Obstetri ve Jinekoloji Derneği (ACOG) tarafından CTG traseleri üç kategoriye sınıflandırılmıştır [2]. Kategori 1: reaktif; kategori 2: güven vermeyen; kategori 3: non-reaktif. Klinisyenleri yönetim açısından en çok zorlayan CTG trasesi ACOG sınıflandırmasına göre kategori 2 (güven vermeyen)'dir.

Çalışmamızda amacımız klinik pratikte çok kullanılmasına rağmen prediktif değeri düşük ve fetal iyilik öngörüsü düşük bu yöntemle eş zamanlı kullanıma sokulacak diğer bir non-invazif yöntem ortaya koymaktır. Tek başına veya CTG ölçümü ile eş zamanlı kullanıldığında fetal iyilik halinin öngörüsünü artırmak uzun vadede fetal asideminin azaltılması, fetal Apgar skorlarının iyileştirilmesi, primer sezaryen oranlarının azaltılması, sezaryen doğum veya operatif vajinal doğum ile doğum eylemine müdahalenin azaltılmasında da etkisini gösterecektir.

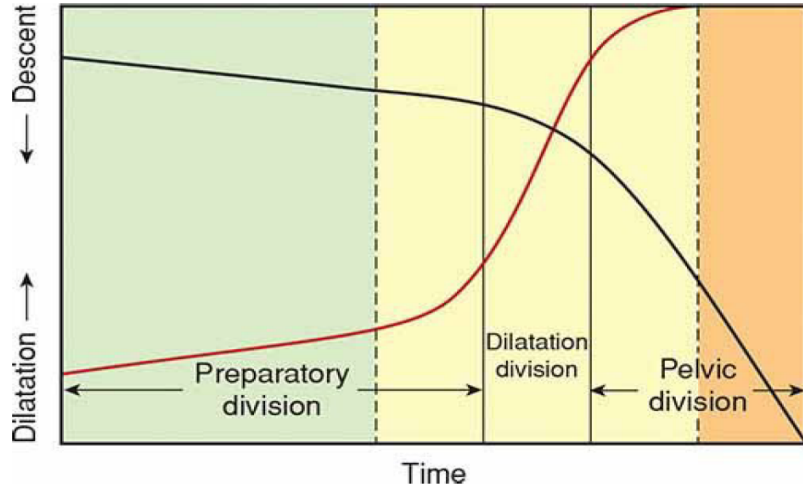
Bu amaçla CTG değerlendirmesiyle eş zamanlı plasental oksijen saturasyonunun Yakın Kızılötesi Spektroskopisi (Near-Infrared Spectroscopy) (NIRS) cihazı ile ölçülmesinin ve yine eş zamanlı elde edilebilecek ortalama plasental oksijen ve plasental deoksijenlenme durumlarının CTG'nin fetal iyilik halini öngörme gücüne katkı sağlayıp sağlamayacağını araştırılması hedeflenmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

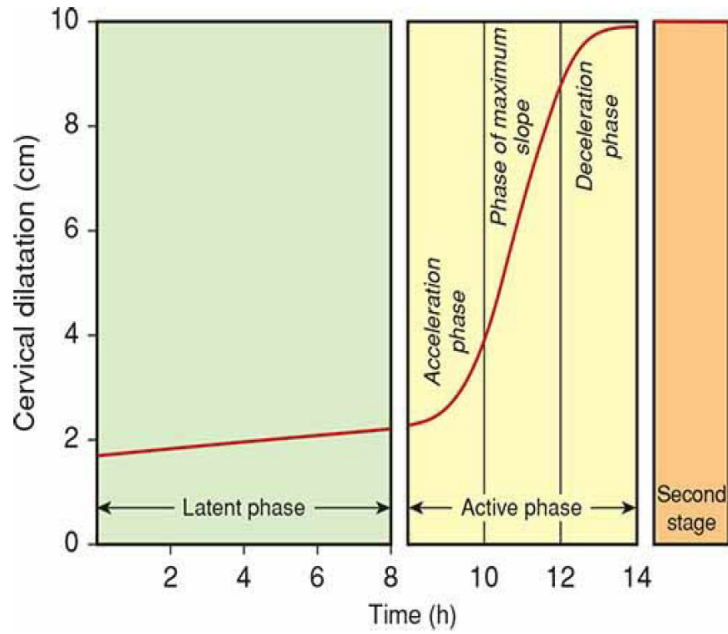
2.1 Doğum Eyleminin Evreleri

Doğum eyleminin başlangıcı en net tanımla, yeterli efasman ve servikal dilatasyon sağlayabilecek uterin kontraksiyonlar olarak söylenebilir. Ağrılı uterin kontraksiyonların regüler olduğu nokta olabilir, ancak gebeliğin herhangi bir aşamasında spontan olarak başlayıp kendi kendine duran kasılmalar olduğundan bu belirsiz bir tabirdir. Diğer bir anlama yöntemi, ağrılı kontraksiyonları olan gebelerde eğer membranlar intakt ise 3-4 cm'lik servikal dilatasyonun doğum eyleminin başlangıcı için güvenilir olabilecek bir eşik değer olduğudur [3].

Doğumun ilk evresi için zamana bağlı servikal dilatasyonu gösteren sigmoid şekilli bir grafik ile Friedman her bir aşamadaki fizyolojik objektifleri açıklamıştır [4]. Hazırlık aşamasında, her ne kadar serviks biraz dilate olsa da asıl olarak servikal bağ doku yapıları değişiklik gösterir. Sedasyon ve iletim anestezisi uygulanırsa doğum eylemi bu aşamada duraklar. Dilatasyon aşamasında dilatasyon süreci en hızlı şekilde gerçekleşir ve olası bir sedasyon durumundan etkilenmez. Son olarak, pelvik aşama servikal dilatasyonun deselerasyon fazıdır (Şekil 1). Klasik doğum eyleminin içerdiği sefalik prezentasyonun kardinal hareketleri öncelikle pelvik aşamada gerçekleşir. Latent faz hazırlık aşamasına tekabül eder iken aktif faz dilatasyon aşamasına karşılık gelir. Friedman daha sonra, aktif fazı da daha sonra akselerasyon fazı, maksimum eğim fazı ve deselerasyon fazı olarak üçe ayırmıştır (Şekil 2) [4].



Şekil 1 :Doğum eyleminin dilatasyon ve iniş eğrilerine göre: 1) hazırlık aşaması -latent faz ve akselerasyon fazı dahil; 2) dilatasyon aşaması - en fazla eğimi içinde bulundurur; 3) pelvik aşama - hem deselerasyon fazını hem de iniş eğiminin en fazla olduğu faz ile eş zamanlı olarak doğumun ikinci evresini içerir [3].

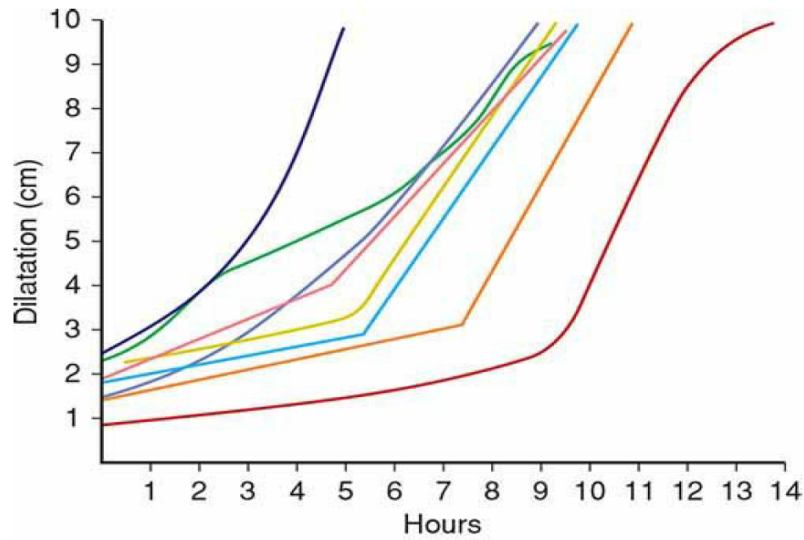


Şekil 2: Nullipar gebelerin doğum eylemi esnasında ortalama dilatasyon eğrisi. İlk evre düze yakın bir latent faz ile hızlı ilerleyen aktif fazdan oluşmaktadır. Aktif fazda akselereasyon fazı, maksimum eğim fazı ve deselerasyon fazı olarak ayrılmaktadır [3].

Latent Faz, çoğu kadın için servikal dilatasyon 3 ile 5 cm arasında olduğunda son bulur. Latent fazın son bulmasıyla birlikte aktif doğum eyleminin başlaması beklenir. ACOG, 2016 senesinde aktif doğum eyleminin başlangıç sınırını 6 cm olarak tekrar tanımlamıştır [5]. Uzamış latent faz, latent fazın nullipar gebelerde 20 saati, multipar gebelerde 14 saati aştığı durumlarda oluşur [6]. Latent faz süresini etkileyen faktörler arasında aşırı sedasyon veya epidural anestezi, kalın, efasmanı olmayan veya dilate olmayan serviks ve yalancı doğum eylemi tanısının konması sayılabilir. %10'luk yalancı doğum eylemi insidansı bulunduğundan dolayı latent fazdaki gebelere amniyotomi önerilmemektedir [3]. Latent fazın uzamasının fetal ya da maternal morbidite veya mortalite oranlarını etkilemediği Friedman tarafından raporlansa da, Chelmow ve arkadaşları latent fazın uzamasının benign olduğu inancına karşı çıkmıştır [7, 8].

Yapılan çalışmalarda, servikal dilatasyon eğrilerinin eğiminin 3 ile 5 cm arasında ani değişiklik gösterdiği saptanmıştır. Buna istinaden, uterin kontraksiyonların varlığında 3 ile 6 cm arasındaki servikal dilatasyon miktarının doğumun aktif fazına geçildiğini gösteren güvenilir bir eşik değer olduğu söylenebilir. Nullipar gebelerde doğumun aktif fazının ortalama süresi 4,9 saattir, ancak istatistiksel olarak maksimum 11,7 saat olarak bulunduğundan ötürü standart sapma 3,4 saattir [3]. Servikal dilatasyonun ilerleme hızı da saatte 1,2 cm'den 6,8 cm'ye uzanan bir aralıktadır (Şekil 3). Multipar gebelerde ise bu ilerleme saatte en az 1,5 cm olarak bulunmuştur [9]. Fetal başın aşağı inişi aktif dilatasyon fazının ileriki aşamalarında, nullipar gebelerde servikal dilatasyon 7-8 cm olduğunda, aslen de 8 cm'den sonra hızlı bir şekilde gerçekleşir [3]. Hendricks ve ark. Friedman'dan farklı olarak normal doğum eyleminde şu farklılıkları ortaya koymuştur: 1. Latent fazın yokluğu - doğum eyleminden önceki 4 hafta içerisinde de serviksin yavaşça dilate ve efase olduğunun gözlenmesinden ötürü, 2. Aktif faz içerisinde deselerasyon aşamasının yokluğu, 3. Doğum süresinin kısalığı, 4. 4 cm'lik servikal dilatasyon sonrasında hem nullipar gebelerde hem de multipar gebelerde servikal dilatasyon hızındaki benzerlik [10]. Hendricks ve ark. aynı zamanda doğum eyleminin görece olarak hızlı olduğunu belirtmiştir [10]. Hastaneye yatış verilmesinden komplet dilatasyona kadar nullipar gebeler için geçen ortalama süre 4,8 saat, multipar gebeler için ise 3,2 saattir [3]. Zhang

ve ark. 62415 gebenin elektronik kayıtlarını incelediğinde, nullipar gebeler için servikal dilatasyonun 4 cm'den 5 cm'ye gelme süresinin ortalama olarak 1,3 saat, 5 cm'den 6 cm'ye gelmesinin 0,8 saat sürdüğünü ve sonrasında da her 1 cm'lik dilatasyon için ortalama 0,5 saatlik zaman geçtiğini gözlemlemiştir [11]. Zhang ve ark. normal doğum eyleminde servikal dilatasyonun 4 cm'den 5 cm'ye ilerlemesi için 6 saatten fazla, 5 cm'den 6 cm'ye ilerlemesi için 3 saatten fazla süre gerekebileceğini bulmuştur. Multipar gebeler için 4 cm'den 6 cm'ye ilerleme hızı benzerdir, ancak sonrasında doğum eylemi multipar gebelerde daha hızlı ilerlemektedir [11].



Şekil 3: Hastaneye yatırıldığı andan itibaren primigravid gebelerde doğum eyleminin ilerleme süresi (her renk başka bir merkezi göstermektedir) [3].

Doğum eyleminin ikinci evresi komplet servikal dilatasyon ile başlar ve fetüsün doğurtulmasıyla son bulur [3]. Ortalama süre nullipar gebeler için 50 dakika, multipar gebeler için 20 dakikadır, ancak vakadan vakaya da çokça değişiklik göstermektedir [12]. Paritesi fazla olan kadınlarda daha önceki doğumlardan ötürü dilate olmuş vajina ve perineum bulunduğu için ötürü, komplet servikal dilatasyonu takiben iki ya da üç ıkınmayla beraber doğum gerçekleşebilmektedir. Tam tersi olarak da, kontrakte pelvisi olan, fetüs boyutlarının büyük olduğu, iletim analjezisine veya sedasyona bağlı olarak ıkınmanın yetersiz olduğu durumlarda doğum eyleminin ikinci

evresi daha uzun olabilir. Maternal vücut kitle indeksinin fazlalığı doğum eyleminin ikinci evresinin süresini etkilememektedir [13].

2.2. Sezaryen ile Doğum Endikasyonları

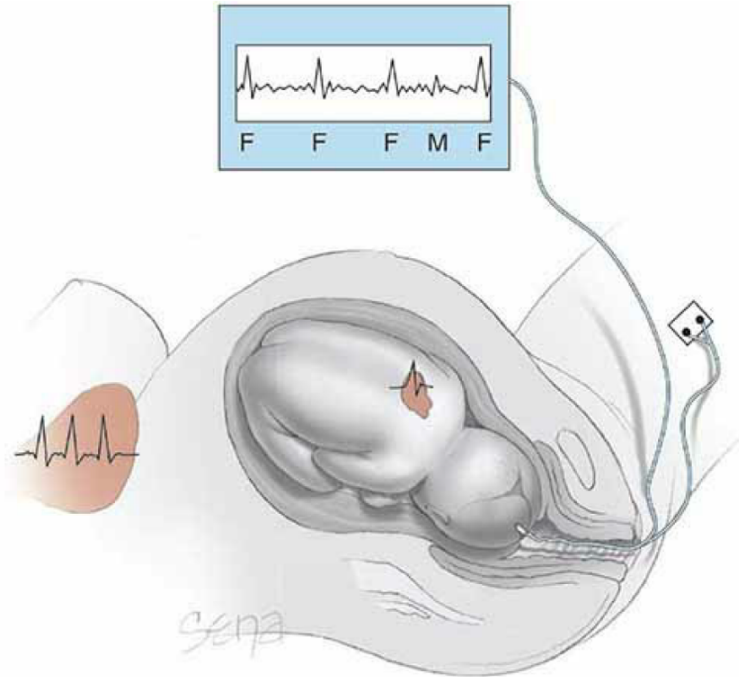
Sezaryen ile doğum endikasyonları şunlardır:

- I- Maternal Sebepler;
 - a. Önceki doğumun sezaryen ile olması,
 - b. Anormal plasenta yerleşimi,
 - c. Hastanın isteği,
 - d. Önceden olan klasik histeretomi insizyonu,
 - e. Bilinmeyen uterin insizyon çeşidi,
 - f. Uterin insizyonunda dehisens olması,
 - g. Tam kat myomektomi cerrahi öyküsü,
 - h. Genital traktta obstrüktif kitlenin varlığı,
 - i. İnvaziv servikal kanser öyküsü,
 - j. Geçirilmiş trakelektomi öyküsü,
 - k. Kalıcı serklajın bulunması,
 - l. Pelvik rekonstrüktif cerrahi öyküsü,
 - m. Perineal travma öyküsü,
 - n. Pelvik deformite,
 - o. Herpes Simpleks Virus (HSV) veya Human Immunodeficiency Virus (HIV) enfeksiyonu,
 - p. Kardiyak veya pulmoner hastalık,
 - q. Serebral anevrizma veya arteriovenöz malformasyon,
 - r. Eş zamanlı intraabdominal cerrahi gerekliliği doğuran bir patoloji varlığı, perimortem sezaryen ile doğum;
- II- Maternal-Fetal Sebepler;
 - a. Sefalopelvik uyumsuzluk,
 - b. Başarısız operatif vajinal doğum,
 - c. Plasenta previa veya plasenta dekolmanı;
- III- Fetal Sebepler;

- a. Güven vermeyen fetal durum,
- b. Malprezentasyon,
- c. Makrozomi,
- d. Konjenital anomali,
- e. Anormal umbilikal arter doppler bulgusu/bulguları,
- f. Trombositopeni,
- g. Geçirilmiş neonatal doğum travması [14].

2.3 İnternal (Direkt) Elektronik Fetal Monitorizasyon

Internal (direkt) elektronik fetal monitorizasyon (IFM), bipolar spiral şekilli elektrodun fetüse direkt temas ettirilmesiyle elde edilir. Kablo şeklindeki elektrod direkt fetal scalp ile temas ederken, karşı kutup elektroddaki metal kanattır. Elektriksel fetal kardiyak sinyaller- P dalgası, QRS kompleksi, T dalgası- amplifiye edilir ve kardiyotokometreye iletilerek fetal kalp atımının hesaplanmasını sağlar. Fetal R dalgaları arasında milisaniye cinsinden zaman kardiyotokometreye aktarılır ve her bir R dalgasının ulaşmasıyla yeni fetal kalp atım hızı oluşur. Süreklilik gösteren bir R dalgasından ardışığındaki diğer bir R dalgasına oluşturulan fetal kalp atım hızı hesaplaması, 'atımdan atıma variabilite' olarak adlandırılır. Elektrodlar tarafından

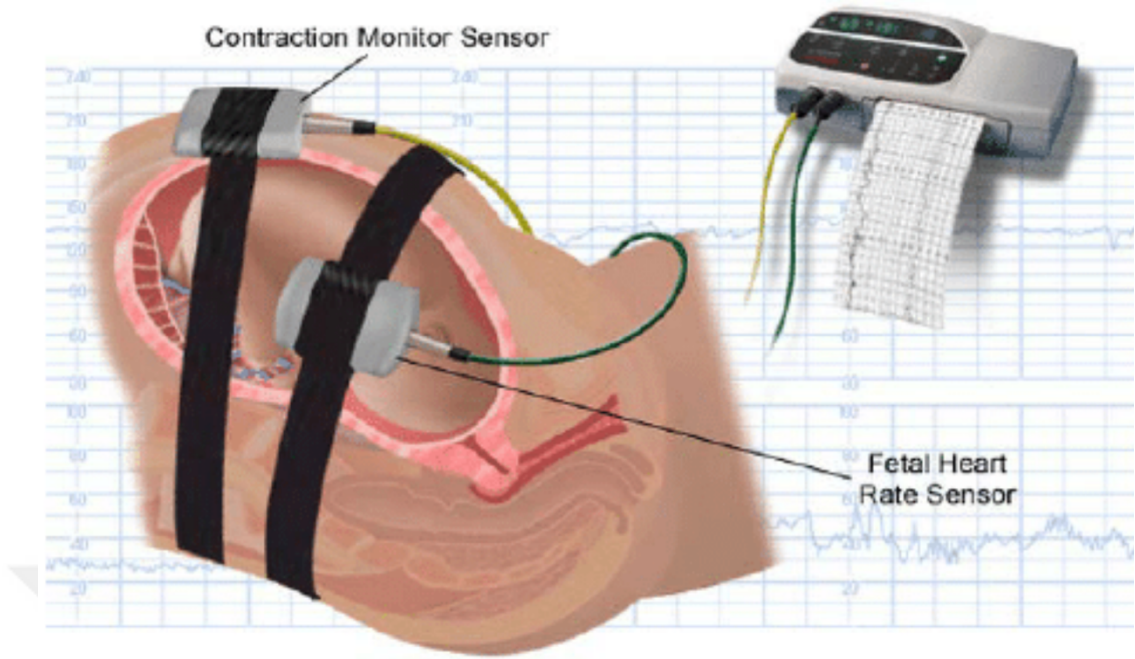


Şekil 4: İnternal elektronik fetal monitorizasyonun şematik gösterimi. Fetal QRS komplekslerinin (F) anlaşılması için fetal skalpa bipolar elektrod yerleştirilmiştir ve eş zamanlı maternal kalp atımı da gösterilmektedir (M) [15].

tespit edilen elektriksel kardiyak kompleksler anne tarafından oluşturulanları da kapsamaktadır. Ancak, fetal scalp elektrodu üzerinden kayıt gerçekleştiği zaman maternal EKG sinyal genliği azalmaktadır ve bu sinyal fetal EKG tarafından maskelenmektedir [15] (Şekil 4).

2.4 Eksternal (İndirekt) Elektronik Fetal Monitorizasyon

Eksternal (indirekt) elektronik fetal monitorizasyon (EFM) ile fetal kalp atım hızı maternal abdominal duvar üstünden Doppler ultrasonografi prensibinin kullanılmasıyla elde edilir. Fetal kalp kapaklarından ve sistolik ejeksiyon sırasındaki pulsatile kan akımından yansıyan ultrason dalgalarının frekanslarında değişiklikler olur. Ölçüm cihazı ultrason dalgalarını yayan bir prob ile yansıyan sesin frekansındaki değişikliği algılayacak bir sensörden oluşur. Maternal abdomen üstünde fetal kalbin en iyi algılanabileceği yere prob yerleştirilir. Cilt ile prob arasına jel konulur, çünkü hava ultrason dalgalarını iyi iletmez. Koyulan prob anne karnında elastik kemerler yardımıyla sabitlenir. Probun doğru lokalizasyona konulması fetal kardiyak hareketin maternal arter pulsasyonlarından ayırt edilmesini sağlar (Şekil 5) [16]. Hareket halindeki fetal kalp kapaklarından yansıyan ultrason dalgaları mikroişlemcide analiz edilir, böylece en güncel sinyaller ile yeni gelen sinyaller arasında karşılaştırma yapılabilir. Bu işleme, 'otokorelasyon' denir ve fetal kalp atım hızının düzenli olması diğer 'gürültü' olarak tanımlanabilecek sinyallerin rastgele ve düzensiz olması prensibine dayanır.



Şekil 5: Eksternal Fetal Monitorizasyon [17]

2.5 Fetal Kalp Atım Hızını Kontrol Eden Faktörler

Fetal kalp atım hızı (FKA), fetüsün yeterli oksijenlenmesini değerlendirmede en çok kullanılan parametredir. 20. gebelik haftasında ortalama FKA 155 atım/dakika iken, sırasıyla 30. gebelik haftasında 144 atım/dakika ve termde 140 atım/dakikadır. Vagal tonusun olgunlaşmasıyla beraber bazal FKA yavaşlar. Normal fetüslerde dakikada 20 atımlık hızlanma veya yavaşlama şeklinde bazalden varyasyonlar olabilir [18].

Yetişkin kalbinde olduğu gibi fetal kalpte de intrinsik pacemaker aktivite mevcuttur ve bunun varlığı ritmik myokardiyal kontraksiyonların teminini sağlar. Sağ atriumun duvarında bulunan sinoatrial node en hızlı depolarizasyon hızına sahiptir ve normal bir kalpte ritmi belirler. His-Purkinje sistemi, sinoatrial veya atrioventriküler nodelar ile kıyaslandığında elektrik sinyallerini ventriküller boyunca daha hızlı taşır. Komplet veya kısmi kalp blokları fetal kalpte normalden daha yavaş kalp atım hızlarına yol açacak varyasyonlara sebep olur. Komplet kalp bloklulu fetüste kalp atım hızı 60 ila 80 atım/dakika arasında değişir [18, 19].

Klinik değerlendirmede FKA variabilitesi prognostik öneme sahiptir. Kalp atım hızı fetal kalbin intrinsik hızını düzenleyen birçok fizyolojik faktör sonucunda oluşur ve bunların da en çok bulunana otonomik sinir sisteminin oluşturduğu sinyallerdir [18].

2.5.1 Parasempatik sinir sistemi

Parasempatik sinir sistemi esas olarak 10. kranyal sinir olan ve medulla oblongatadan çıkan nervus vagus'tan oluşur. Vagus siniri, sinoatrial ve atrioventriküler nodları innerve eder. Vagus sinirinin stimülasyonu, normal bir fetüste fetal kalp atım hızında azalmaya yol açar, çünkü vagal etkiyle birlikte sinoatrial nodun ateşlenme hızı azalır. Benzer olarak, bu sinirin bloklanması da fetal kalp atım hızında artışa yol açar - termde ortalama 20 atım/dakika kadar [20].

Vagal sinir aynı zamanda FKA'da vurudan vuruya olan değişkenlik için gerekli uyarıların iletiminden sorumludur. Bloklandığı zaman bu variabilite kaybolur. Bu bilgilerin ışığında denilebilir ki, vagal sinirin kalp üzerinde olası iki etkisi vardır: FKA'yı azaltmaya yönelik tonik etki ve FKA variabilitesinde değişikliğe yol açan etkisi [21]. Vagal tonus sabit olmak zorunda değildir. Etkisi gestasyonel yaşla birlikte artış gösterir [22].

2.5.2 Sempatik sinir sistemi

Sempatik sinirler termde, kalp kasında yaygın olarak bulunur. Sempatik sinirlerin stimüle edilmesiyle norepinefrin salgılanır ve fetal kardiyak kontraksiyonların gücü ve hızı artar, kardiyak debide artışa sebep olur. Sempatik sinirler, kalbin zaman zaman maruz kaldığı stresli durumlarda pompalama aktivitesini iyileştirmek için kullandığı rezerv mekanizmadır. Normalde kalpte tonik sempatik bir etki mevcuttur. Sempatik sinirlerin etkisinin bloklanmasıyla FKA'da ortalama 10 atım/dakika'lık azalma olur. Vagal tonus ile tonik sempatik etki fetal hipoksi durumlarında en az 2 katına çıkar [18].

2.5.3 Kemoreseptörler

Kemoreseptörler periferik ve santral sinir sistemlerinde yer alır. En çok solunumun regülasyonunda yer alsa da, dolaşım sisteminin kontrolünde de önemli rol üstlenir. Periferik kemoreseptörler, aortik arkta ve karotid sinüste bulunan aortik ve karotid cisimlerde lokalizedir. Santral kemoreseptörler de medulla oblongatada lokalize olarak kandaki kısmi oksijen ve kısmi karbondioksit basınçlarındaki değişime veya bu alanın perfüzyonunu temin eden beyin omurilik sıvısındaki değişime yanıt verir [18].

Yetişkinlerde, santral kemoreseptörlerin perfüzyonundan sorumlu arteryel kandaki oksijen miktarı azaldığında veya karbondioksit miktarı arttığında refleks taşikardi meydana gelir ki koruyucu etkiyle etkilenen alanların kanlanmasını artırarak kısmi karbondioksit basıncını azaltır, kısmi oksijen basıncını da artırır. Periferik kemoreseptörlerdeki selektif hipoksi veya hiperkapni de yetişkinlerde bradikardiye yol açar. Ancak fetüsteki santral ve periferik kemoreseptörlerin etkileşimi tam olarak anlaşılammamaktadır. Hipoksinin veya hiperkapninin fetüsteki nihai sonucunun hipertansiyon ile bradikardi olduğu bilinmektedir. Normal şartlar altında, kemoreseptörler FKA'nın ve kan basıncının stabilizasyonuna yardımcı olmaktadır [23].

2.5.4 Baroreseptörler

Baroreseptörler, aortik arkta ve internal ile eksternal karotid arterlerin birleşimindeki karotid sinüste damar duvarlarında yer alır ve kan basıncındaki artışın damar duvarında yarattığı gerime duyarlıdır. Basınç arttığı zaman, bu reseptörler vagal veya glossofaringeal sinir üzerinden orta beyne sinyalleri gönderir. Bu sinyaller daha çok vagal stimülasyonun oluşmasına sebep olarak kalp hızını yavaşlatır. Bu çok hızlı bir cevaptır ve sistolik kan basıncındaki ilk artışla beraber oluşur. Kan basıncı arttığında kardiyak debiyi ve kalp atım hızını azaltarak kan basıncını düşürmeyi hedefleyen koruyucu bir mekanizmadır [18].

2.5.5 Santral sinir sistemi

Yetişkinlerde beyindeki üst merkezler, korku veya cinsel uyarı gibi duygusal uyaranlardan etkilenerak kalp hızında değışikliğe sebep olur. Fetal kuzu ve maymunlarda, elektroensefalogram veya elektrokülogram vücut hareketlerindeki ve FKA'daki artmış variabilite ile ilişkili olabilen artmış aktiviteleri göstermektedir. Fetüs uyuduğunda, vücut hareketleri yavaşlar, FKA variabilitesi azalır ve bu da vücut hareketleri, FKA ve santral sinir sistemi aktivitesi arasında ilişki olabileceğini düşündürür [24].

Medulla oblongatada vazomotor merkezler yer alır. Bunlar integrasyonun sağlandığı, hem merkezden hem de periferden gelen uyarıların işlenerek irregüler vagal iletilerin oluşturulduğu, FKA variabilitesinin sağlandığı, kalbin akselere ya da deselere olmasının sağlandığı yerlerdir [18].

2.5.6 Hormonal regülasyon

Adrenal medulla

Fetal adrenal medulla stres yanıtı olarak epinefrin ve norepinefrin üretir. İkisi de kalp ve kardiyovasküler sistem üzerinde sempatik stimülasyon oluşturacak ve daha hızlı FKA oluşturacak (kronotropik etki), kalbin daha güçlü kasılmasını sağlayacak (inotropik etki) ve daha yüksek arteryel kan basıncı oluşturacak şekilde birlikte hareket eder [18].

Renin anjiotensin sistemi

Anjiotensin II, dinlenme halindeki fetal dolaşım sistemi regülasyonunda rol oynar. Fetüs herhangi bir hemorajik stres ile karşılaştığında etkisi daha net değerlendirilebilir [18].

Prostaglandinler

Fetal dolaşımında ve birçok fetal dokuda birçok prostaglandin ve arasıdonik asit metaboliti bulunmaktadır. Kardiyovasküler sistemde en çok umbilikal kan akışının regülasyonunda ve fetal yaşamda duktus arteriosusun açık kalmasının temininde rol oynar [18].

Diğer hormonlar

Otakoid nitrik oksit ve alfa melanosit stimulan hormon, atrial natriüretik hormon, nöropeptid Y, tirotropin salgılatıcı hormon, kortizol ve adenozin gibi metabolitlerin de dolaşım sistemi regülasyonunda fonksiyonu bulunmaktadır [18].

2.5.7 Kan hacminin kontrolü

Kapillerdeki sıvı geçişi

Yetişkinlerde, kan hacmindeki aşırı artışa bağlı olarak kan basıncı yükseldiğinde sıvı, kapillerlerden interstisyel boşluğa çıkarak kan hacmini normale yaklaştırmaya çalışır. Kanama sonucu kan kaybı gerçekleşirse, bir kısım sıvı interstiyel boşluktan kan dolaşımına geri alınarak, kan basıncını artırmak suretiyle normale yaklaştırmaya çalışır. Ancak dengesizliklerin eritrosit alloimmunizasyonu veya fetal anöploidi ile seyreden bazı hidropslardan ve supraventriküler taşikardi, atrial fibrilasyon veya atrial flutter ile seyreden yüksek debili yetmezliklerden sorumlu olduğu düşünülse de bu durumun fetüslerdeki rolü henüz net olarak anlaşılamamıştır [18].

İntraplasental basınçlar

Sıvılar hidrostatik basınç gradyanı yönünde, ozmotik basınç gradyanına yanıt olarak hareket eder. İnsan plasentasında bu faktörlerin rolü tam olarak bilinmese de plasenta içerisinde net olmayan bir mekanizma anne ve fetüs arasında hızlı sıvı değişiminin olmasını engellemektedir. Annenin ortalama arteriyel kan basıncı olan 100 mmHg, fetüsün 55 mmHg olan basıncından çok yüksektir, ancak spiral arterler bu basıncı 70 mmHg'nin altına düşürür, intervillöz boşluktaki basınç 10 mmHg'dir ve maternal ve fetal dolaşım arası osmotik basınçlar bariz bir farklılık göstermemektedir [18].

Frank-Starling mekanizması

Yetişkin kalbinden pompalanan kanın miktarı kısmen kalbe dönen kan miktarıyla belirlenmektedir. Diyastol sırasında artmış venöz dönüşü bağlı olarak kardiyak kaslar genişlediğinde, daha güçle kasılır ve daha fazla miktarda kanı pompalayabilir. Ön yüke yetişkinlerde olan bu cevap fetal kalpte aynı değildir. Fetüste, ön yükteki artış kombine ventriküler debide minor değişikliklere yol açar veya hiç

değişiklik oluşturmaz, bu durum fetal kalbin normalde fonksiyon eğrisinin en tepe noktasında çalıştığını düşündürür [18].

Fetal kalbin debisi FKA ile ilişkilidir. Bazı araştırmacılar FKA'daki spontan varyasyonların direkt olarak kardiyak debi ile ilişkili olduğunu göstermiştir. Ancak, sağ ve sol atriyal pace çalışmalarında birçok farklı yanıt olduğu gözlenmiştir [25]. FKA ve ön yüke ek olarak, kardiyak debi, art yük ve intrinsik kontraktileyle de ilişkilidir [25].

Fetal kalp art yükteki değişikliklere aşırı duyarlıdır ve bu durum kendisini fetal arteriyel kan basıncıyla gösterir. Art yükteki artış atım hacminde veya kardiyak debide aşırı bir azalmaya yol açar. Fetal kalp tamamiyle gelişmiş değildir ve yetişkin ile fetal kalp arasındaki farklar ancak fetal kalbin kasılma verimliliğini değiştirmek için gerekli olan intrinsik kapasitesinin neden daha düşük olduğunu açıklayabilir. Kardiyak debiyi oluşturan etmenler birbirinden bağımsız çalışmaz. Değişen fizyolojik durumlara fetal kardiyak debinin uyum sağlaması için her biri dinamik olarak birbiriyle etkileşim halinde çalışır. Klinik uygulamada, FKA'da normal sınırlarda içerisinde gerçekleşen varyasyonların kardiyak debi üzerindeki etkisinin çok az olduğu düşünülebilir. Ancak, 240 atım/dk üzerindeki taşikardiler, 60 atım/dk altındaki bradikardiler gibi ekstrem durumlarda, kardiyak debi ve umbilikal kan akımı tedrici olarak azalır. Buna istisna olarak intermittan veya komplet kalp bloklu fetüste bu durumun midgestasyonda başlayıp gebelik süresince herhangi bir fetal kalp yetmezliği gelişimi olmadan da devam etmesi vardır. Böyle durumlarda, fetal büyümenin temini için ve yetersiz kardiyak fonksiyon belirtileri göstermemek için atım hacminde ve art yükün azaltılmasında fetüs tarafında bazı ayarlamalar yapılmaktadır [18].

Umbilikal kan akışı

Umbilikal kan akışı toplam fetal ventriküler debinin yaklaşık olarak %40'ını oluşturmaktadır ve plasentaya giden bu kanın tamamı maternal kanla değişim göstermemektedir. Umbilikal kan akışı ani gelişen ortalama bir hipoksi durumundan etkilenmemektedir, ancak fetal myokard fonksiyonunu etkileyen şiddetli bir hipoksi durumunda azalmaktadır. Umbilikal kord sinirsel innervasyondan yoksundur, bundan ötürü de umbilikal kan akış hızını artırma durumu mevcut değildir. Ancak, FKA'daki değişken deselerasyonlar genellikle geçici umbilikal kord basılarında oluşabilir ve

böyle durumlarda umbilikal kan akış hızı azalabilir veya bir süreliğine, kord kompresyonunun derecesine, süresine veya oklüzyonun durumuna göre durabilir [18].

2.6 Fetal Kalp Atım Hızlarının Karakteristiği

Ulusal Çocuk Sağlığı ve İnsan Gelişim Enstitüsü (NICHD) 2008 yılında bir çalıştay düzenlemiştir [26]. ACOG, 2017 yılından itibaren bu çalıştayda öne sürülen tanımlamaları esas almaya başlamıştır. NICHD çalıştay tarafından belirlenen ölçeklendirmeye göre vertikal santimetre (cm) başına (30-240 atım arasında değişiklik gösterir) dakikada 30 atım ve dakikada 3 cm hızda kaydedilme hızı kardiyotokografi değerlendirmesinde esas alınmaktadır [27]. Fetal kalp atım hızındaki varyasyon daha yavaş olarak dakikada 1 cm hızda yanlış değerlendirmelere yol açabilmektedir [28].

Blackwell ve ark. üç tane maternal fetal tıp uzmanının birbirlerinden bağımsız olarak 154 tane fetal kalp atım trasesini yorumlamalarını istemiş ve gözlemciler arasındaki fikir birliğinin daha kötü kardiyotokografi traselerinde daha çok olduğu görülmüştür [26].

Fetal matürasyon ile kalp atım hızı azalır. Pillai ve James, bazal fetal kalp atım hızında 16. gebelik haftasından term'e kadar ortalama 24 bpm (atım/dk)(veya haftada ortalama 1 bpm) düşüş olduğunu saptamıştır. Fetal kalp atım hızındaki bu tedrici düşüş parasempatik (vagal) kalp kontrolündeki matürasyona denk düşmektedir [29].

FKA karakteristiği tanımlanırken iki şekilde sınıflandırılabilir: bazal atım özellikleri ve periyodik ya da epizodik değişiklikler. Bazal atım özellikleri uterin kontraksiyonlar arasındaki süre boyunca kaydedilen özelliklerdir. Periyodik değişiklikler uterin kontraksiyonlarla ilişkiliyken, epizodik değişiklikler ise açıkça uterin kontraksiyonlarla ilişki göstermeyen değişikliklerdir [30].

2.6.1 Bazal kalp atımının özellikleri

Kontraksiyonlar arasındaki sürede kaydedilen FKA'ya 'bazal kalp atımı' denir. Bazal fetal kalp atım hızı, 10 dakikalık trasede 5 dakikalık artışların ortalaması olarak hesaplanır [15]. Herhangi bir 10 dakikalık pencerede, minimum

değerlendirilebilir bazal atım süresi en az 2 dakika olmak zorundadır, olmaz ise bazal atım belirlenemez. Bazal atım hesaplanırken periyodik veya epizodik değişiklikler, FKA variabilitesinde net olarak fark edilen değişiklik süreleri ve en az 25 atım/dk veya daha fazla fark olan bazal segmentleri dışlanmalıdır. Normal FKA bazal atımı 110 ve 160 atım/dk arasındadır. Eğer bazal fetal kalp atım hızı 110 atım/dakika'nın altındaysa, bradikardi olarak adlandırılır. Eğer bazal fetal kalp atım hızı 160 atım/dakika'nın üstündeyse, taşikardi olarak adlandırılır [31].

Bradikardi, bazal FKA'nın 110 atım/dk'den daha az olmasıdır. FKA'sı 110 atım/dk'nin altında olan bazı fetüsler kardiovasküler olarak normaldir. Onların bazal FKA'ları normal sınırlarının dışında varyasyonu temsil eder. 110 atım/dk'den daha yavaş FKA'ya sahip olan diğer fetüslerde konjenital kalp bloğu ve düşük FKA'ya rağmen iyi kompanse edilmiş genel durum bulunabilir. Bradikardi, bazal FKA ile ilişkili bir durumdur ve deselerasyondan ayırt edilmelidir. Ancak, uzamış deselerasyon sonucu oluşan yeni bazal atım bradikardisi fetal hipoksiye cevap olarak oluşturulan vagal aktivitenin sonucu olabilir.

FKA'daki azalmanın sebepleri arasında şunlar sayılabilir: Plasenta dekolmanı, maternal apne veya amniyon sıvı embolisi gibi durumlarda görülen oksijenlenmede ani düşüş, kord prolapsusu veya uterin rüptür gibi durumlarda görülen umbilikal kan akımında azalma ya da tamamen durma, şiddetli maternal hipotansiyon gibi durumlarda görülen uterin kan akımındaki azalma [32].

Taşikardi, bazal FKA'nın 160 atım/dk'den daha fazla olmasıdır. Süresinin en az 10 dakikadan fazla olması onu akselerasyondan ayırt eder. Taşikardi ile FHR variabilitesinde kayıp yaygın görülür. Her ne kadar fetal taşikardinin fetal hipoksi ile ilişkili olma potansiyeli olsa da özellikle FKA deselerasyonları tarafından eşlik edildiğinde, daha sık olarak maternal ateş veya koriyoamniyonit durumunda olduğu gibi fetal infeksiyonla ilişkilidir. Çoğu durumda, fetüs hipoksik değildir ama artmış bazal FKA'ya sahiptir [32].

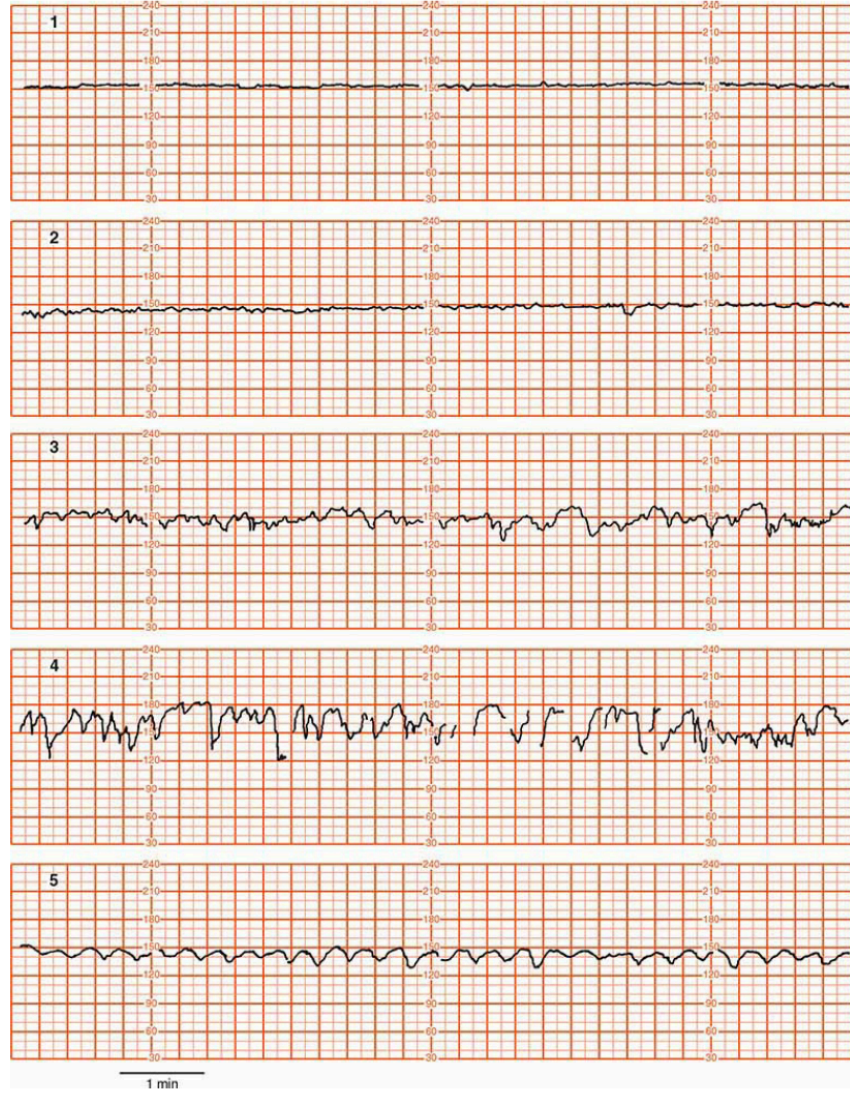
Bazal kalp atımının doğumun ikinci evresinde artması nadir görülen bir durum değildir. Tokoliz için kullanılan beta mimetik ajanlar ya da metamfetamin ve kokain gibi yasadışı maddelerin kullanımı da taşikardiye sebep olur. Taşikardi nadir görülen fetal kardiyak taşiaritmiyle karıştırılmamalıdır. Fetal kardiyak taşiaritmide FKA 240 atım/dk'nin üzerindedir. Bu aritmiler aralıklı veya sürekli olabilir ve kardiyak ritmin

intrinsik belirleyicilerindeki anormalliklerin sonucu olabilir [32]. Supraventriküler taşiaritmi bulguları olması durumunda yakın takip ve muhtemel medikal terapi uygulaması veya doğum gerçekleştirilmelidir, çünkü bu durum fetal durumun bozulmasıyla ilişkili olabilir [33].

2.6.2 FKA variabilitesi

Eksternal fetal monitorizasyon esnasında düz olmayan bir çizgi mevcuttur ve bununla FHR variabilitesi değerlendirilir. Kalp atımları arasındaki tüm intervaller birbiriyle aynı olsaydı, çizgi düz olabilirdi. Bazal FKA'daki dalgalanmalar genlikte (amplitüdde) ve frekansta düzensizlik göstermektedir.

Bazal atımdaki variabilite, dakikada iki veya daha fazla sıklusta meydana gelen FKA dalgalanmaları olarak tanımlanabilir ve dakikadaki atım sayısı olarak FKA'nın tepeden dibe genliği olarak ölçülür. Genlik aralığı tespit edilemediğinde variabilite yoktur. Genlik aralığı 5 atım/dk'dan daha az ise minimaldir. Genlik aralığı 6 ile 25 atım/dk ise normal ya da orta variabilite vardır. Genlik 25 atım/dk'dan fazla ile artmış variabilite mevcuttur (Şekil 6) [34].



Şekil 6: Bazal fetal kalp atım hızı variabilite örnekleri (1. Variabilite yok, 2. Minimal variabilite mevcut (≤ 5 bpm), 3. Normal variabilite (6-25 bpm), 4. Artmış variabilite (> 25 bpm), 5. Sinuzoidal pattern [15].

Genlik aralığına göre bakıldığında, FHR variabilitesi yok, minimal, orta (normal) veya artmış olarak tanımlanabilir. Moderate (normal) genlik aralığı 6 ile 25 atım/dk'dir. FKA variabilitesi normal ise, diğer FKA patternlerinden bağımsız olarak, fetüsün serebral doku asidemisi yaşamadığı, çünkü fetüsün ortamdaki oksijeni santralize edebildiği ve fizyolojik olarak dengede olduğu söylenebilir. Ancak, aşırı hipoksik stres sebat ederse, denge bozulabilir ve fetüs ilerleyici serebral ve

miyokardial doku hipoksisine maruz kalabilir. Böyle durumlarda FKA variabilitesi azalır ve sonunda kaybolur.

FKA variabilitesindeki azalma veya kaybolmanın birçok non-hipoksik sebebi bulunmaktadır:

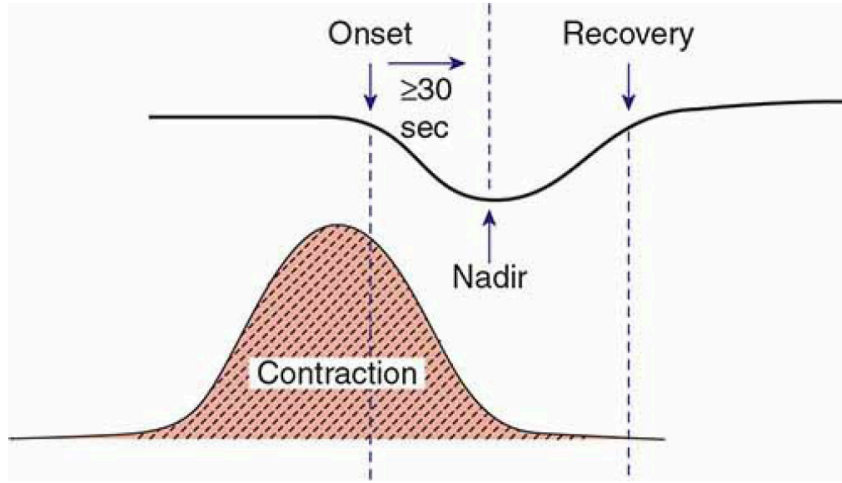
1. Anensefalideki gibi fetal korteksin yokluğu,
2. Morfin, meperidin, diazepam gibi maddeler ile narkotik ilaçların maternal kullanımı,
3. Atropin, skopolamin gibi ajanların oluşturduğu vagal blok,
4. Komplet kalp bloğunda olduğu gibi bozulmuş kardiak ileti sistemi [15].

2.6.3 Periyodik kalp atım hızı şekilleri

Periyodik şekiller, uterin kontraksiyonlarla veya umbilikal kord damarlarındaki değişen kan akımıyla meydana gelen FKA değişiklikleridir.

2.6.3.1 Geç deselerasyonlar

FKA'da görünür bir azalma ve sonrasında uterin kontraksiyonla ilişkili olarak bazal FKA'ya geri dönüş vardır. Düşüş kademelidir; yavaşlamanın başlangıcından en düşük seviyeye kadar geçen süre en az 30 saniyedir. Deselerasyonun en alt noktası uterus kontraksiyonunun tepe noktasına göre gecikmiş olarak meydana gelir. Çoğu durumda, deselerasyonun başlangıcı, en düşük noktası ve sonrasında toparlaması kontraksiyonun başlangıcına, tepe noktasına ve bitişine göre geç olur (Şekil 7).



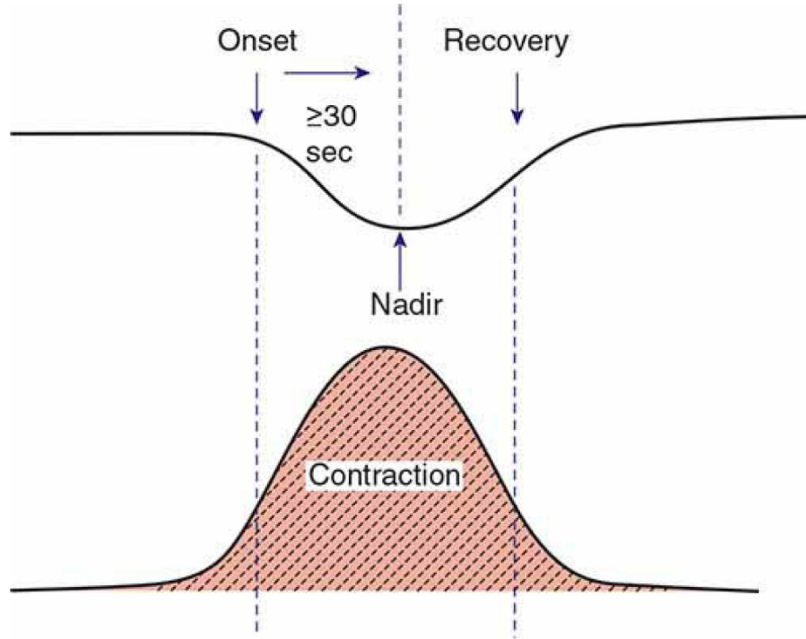
Şekil 7: Geç deselerasyonun özellikleri [15]

Geç deselerasyonların refleks ve refleks olmayan olmak üzere iki çeşidi vardır. Refleks geç deselerasyon bazen maternal hipotansiyon sonucu oluşan azalmış uterin kan akımı gibi bir akut kötüleşme hali durumunun daha önceden normal olarak oksijenlenen fetüse kontraksiyonlar esnasında gerçekleşmesiyle oluşur. Görece deoksijenize olmuş fetal kan plasentadan umbilikal ven aracılığıyla kalbe taşınır ve oradan da aortaya, boyun damarlarına ve kafa içi yapılarına dağıtılır. Düşük parsiyel oksijen basıncı kemoreseptörler tarafından fark edilir ve vagal uyarı oluşturan nöronal aktivite de geçici deselerasyonların oluşmasına yol açar. Fetal plasental yataktan kemoreseptörlere ulaşana kadar olan dolaşım sistemi süresi ve tedrici olarak azalan parsiyel oksijen basıncının vagal uyarı oluşturabilmesi belli bir eşik değere ulaşması için gerekecek süreden ötürü bu deselerasyonların ‘geç’ ya da ‘gecikmiş’ olduğu varsayılır [35-38]. Oksijen tedariki yeterli olduğu için ve kontraksiyonlar arası herhangi bir ekstra vagal aktivite olmadığı için bazal FKA normaldir. Geç deselerasyonlara normal FKA variabilitesi eşlik ettiği müddetçe, hayati öneme sahip olan organların fizyolojik olarak kompanse olduğu düşünülerek normal santral sinir sistemi bütünlüğünün olduğu anlaşılır. Refleks olmayan geç deselerasyon refleks olana benzer başlangıç mekanizmasına sahip olmakla birlikte plasenta kaynaklı deoksijenize kan akımının miyokard fonksiyonunu desteklemek için yetersiz olduğu varsayılır. Kontraksiyon periyodunda, direkt miyokardial hipoksik yetmezlik ve vagal aktivite vardır [36, 38]. Refleks olmayan geç deselerasyonlar FKA variabilitesi

olmadan olur ve bu durum yetersiz serebral ve miyokardiyal oksijenlenme gibi fetal dekompanzasyonu göstermesi açısından önem arz eder. En sık preeklampsi, intrauterin büyüme geriliği gibi azalmış plasental rezerv durumlarında veya uzun süren şiddetli refleks geç deselerasyonlar gibi uzamış hipoksik stres sonrasında görülür. Geç deselerasyonlar, plasental kan akımını ve maternal oksijenizasyonu temin etmek için çaba harcanmasını gerektirmektedir. Maternal kan basıncının normal sınırlarda olduğundan emin olmak gerekir.

2.6.3.2 Erken deselerasyonlar

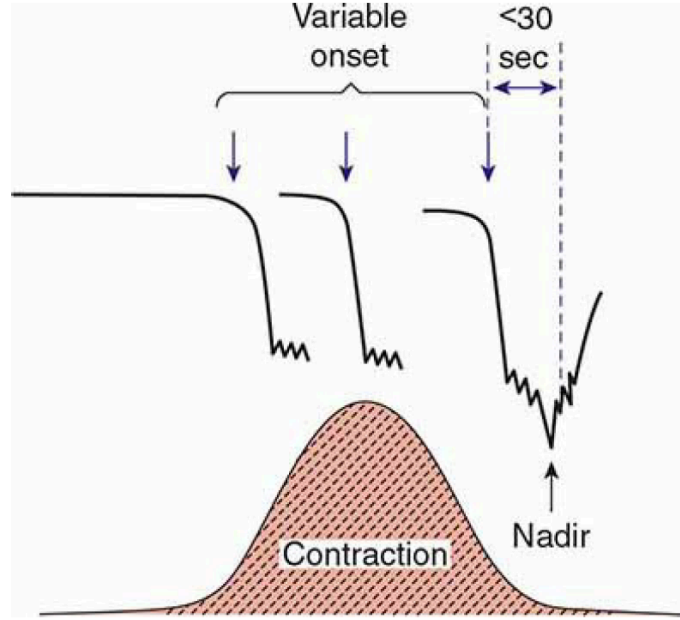
FKA'daki erken deselerasyon, geç deselerasyona benzemekle birlikte deselerasyonun en alt noktası uterin kontraksiyonların tepe noktasıyla çakışmaktadır. Çoğu vakada, deselerasyonun başlangıcı, en düşük noktası ve sonrasında toparlaması kontraksiyonun başlangıcı, tepe noktasına ve bitişiyle eş zamanlı gerçekleşir (Şekil 8).



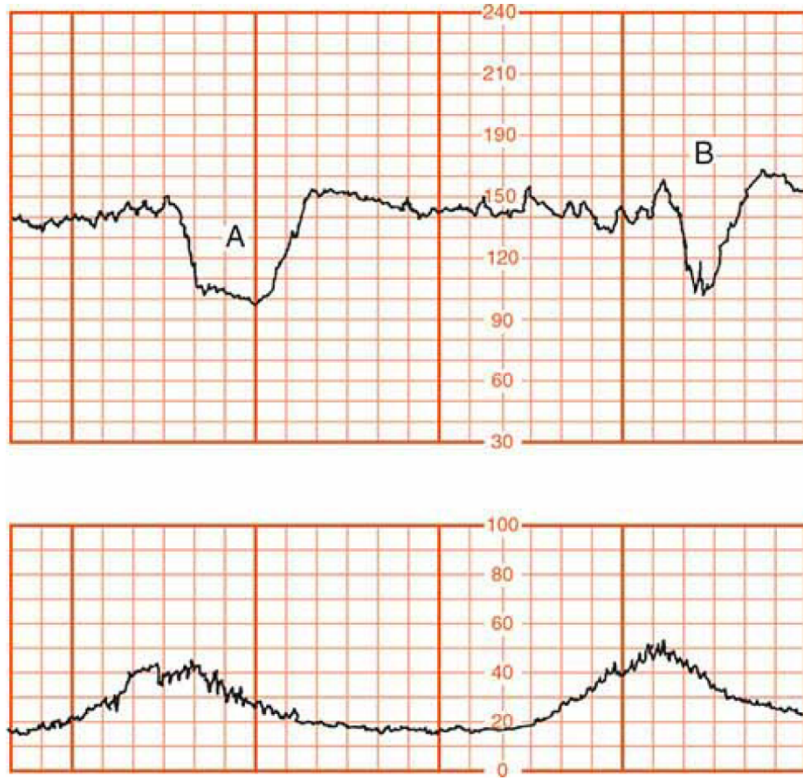
Şekil 8: Erken deselerasyonun özellikleri [15]

2.6.3.3 Değişken (variable) deselerasyonlar

Değişken deselerasyon, deselerasyonun başlangıcından en düşük noktasına kadar 30 saniyeden daha kısa süren FKA'daki görünür düşüşlerdir. FKA'daki düşüş en az 15 atım/dk'dır ve deselerasyonun süresi bazal atımdan bazal atıma 2 dakikayı aşmamakla beraber en az 15 saniyedir. Değişken deselerasyonlar uterin kontraksiyonlarla ilişkili olduklarında, başlangıçları, derinlikleri ve süreleri genelde her bir kontraksiyonda değişir (Şekil 9) (Şekil 10).



Şekil 9: Değişken (variable) deselerasyonların özellikleri [15]

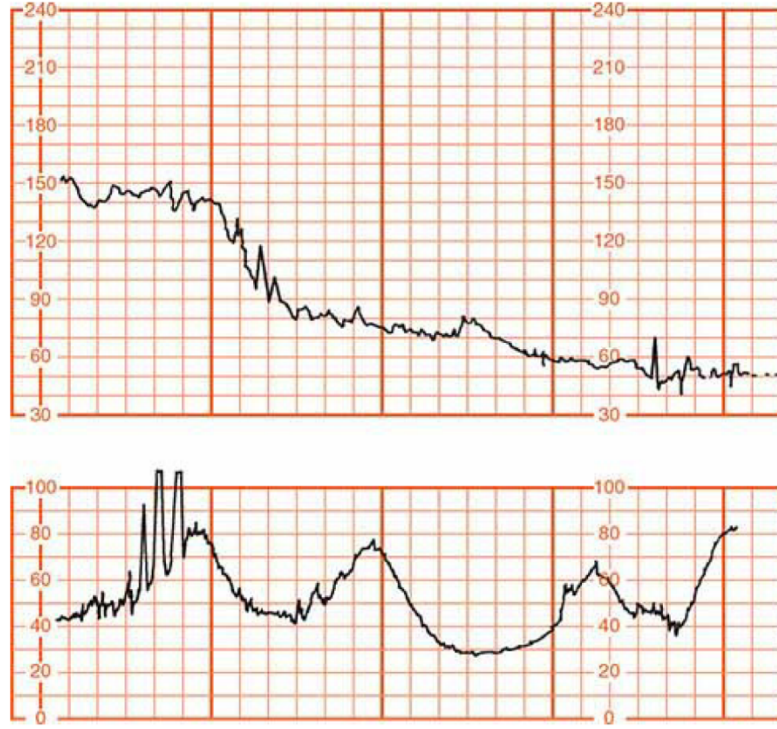


Şekil 10: Değişken (variable) deselerasyon örnekleri [15]

Değişken deselerasyonlar süre, derinlik ve şekil bakımından birbirlerinden değişiklik gösteren deselerasyonlardan oluşur ve başlangıçları ile sonlanmaları genellikle anidir.

2.6.3.4 Uzamış deselerasyon

Uzamış deselerasyon, başlangıçtan bazal atıma tekrar dönene kadar 2 ile 10 dakikalık süre boyunca en az 15 atım/dk'lık FKA düşüşleridir (Şekil 11). Eğer deselerasyon 10 dakika ya da daha uzun sürerse, buna 'bazal atım değişikliği' denir.



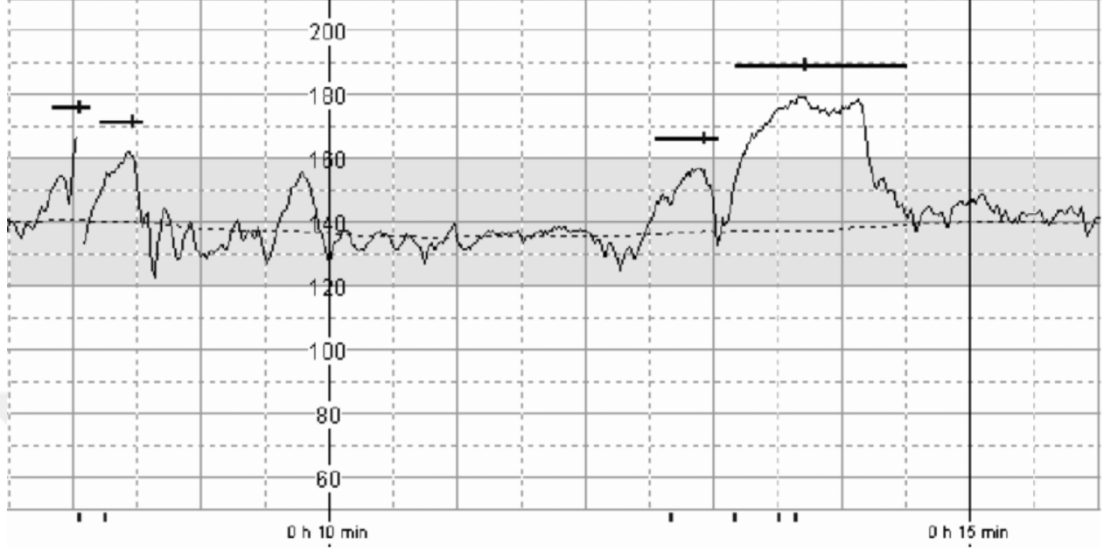
Şekil 11: Uzamış deselerasyon örneği [15]

2.6.3.5 Akselerasyonlar

Akselerasyonun başlangıcından en tepe noktasına kadar 30 saniyeden daha kısa süren görünür FKA artışlarıdır. Bazal atımdan en az 15 atım/dk artış olmalı ve akselerasyon başlangıcından tekrar bazal atıma dönüşüne kadar 15 saniye ile 2 dakika arasında sürmelidir (Şekil 12). Uzamış akselerasyon, 10 dakikadan az olmakla birlikte en az 2 dakika sürer. Eğer akselerasyon 10 dakika ya da daha uzun sürerse, buna ‘bazal atım değişikliği’ denir. Akselerasyonlar normal FKA variabilitesi ile yakın ilişki içerisindedir. Bazen kayıtlı olan bir patternin akselerasyon mu olduğu yoksa normal, uzun dönem variabilite kompleksi mi olduğunu ayırt etmek zordur. İki durumda da prognoz güven verici olduğundan ve iki durum da normal fetal oksijenlenmeyi gösterdiğinden ötürü nihai karar çok önem arz etmemektedir.

Deselerasyonun miktarı en alt noktanın derinliğinin atım/dk cinsinden bazal atımın ne kadar altında olduğuyula belirlenir. Akselerasyonun miktarı da aynı şekilde belirlenir. Herhangi bir 20 dakikalık zaman diliminde uterin kontraksiyonların %50’si

ya da daha fazlasında deselerasyon gerçekleşirse buna, ‘reküran’ ya da ‘persistan’ denilmektedir [15].



Şekil 12: Akselerasyon örneği [39]

2.6.3.6 Sinuzoidal pattern

Sinuzoidal pattern, variabiliteden farklıdır, sinüs dalgasına benzer bir dalga şekli, düzenli frekansı ve genliği vardır (Şekil 13) [15].



Şekil 13: Sinuzoidal pattern örneği [15]

2.7 Normal ve Anormal Fetal Kalp Hızı Patternleri

Fetüste, normal kalp atım hızı patterninde 110 ile 160 atım/dk arasında bazal atım vardır ve FKA variabilitesinin genliği 6 ile 25 atım/dk arasında değişim göstermektedir. Herhangi bir deselerasyon olan periyodik değişiklikler olmaz, ancak periyodik ya da epizodik akselerasyonlar olabilir. Klinik kullanımda, travay takibi esnasında ve doğum sırasında normal FKA takibi olan yenidoğanların oksijenlenmesinin normal olduğu kabul edilmektedir [35, 40, 41].

Normal bir pattern izlenmesi, fetal normoksinin ve iyilik halinin değerlendirilmesinde yüksek öngörüye sahiptir, fakat değişken patternler fetal iyilik halinin öngörülmesinde yeterli doğruluğa sahip değildir. Çeşitli FKA patternleri, fetal maternal klinik durumla korelasyon sağlanabilirse ancak fetal dekompenzasyon ihtimaliyle ilgili anlamlı sonuçlara ulaştırabilir. Taramaya yönelik bu yaklaşımla, olası ve tolere edilemeyecek olan fetal asidoz öngörülebilir veya bazı durumlarda fetal skalp stimülasyonu, vibroakustik stimülasyon gibi yardımcı tekniklerle ekarte edilebilir [15].

Serebral palsy gibi önemli nörolojik morbiditenin prediktörü olarak EFM çok düşük özgünlüğe ve çok düşük pozitif prediktif değere (PPV) sahiptir. Güven vermeyen FKA'nın PPV'si % 0.14'tür. Bu da güven vermeyen FKA trasesi ile doğan her 1000 fetüsten 1 veya 2'sinin serebral palsili olacağı anlamına gelir [42]. Yalancı pozitiflik oranı %99'dan daha fazladır. Ancak, bu sonuçlar, klinisyenlerin FKA patternlerini bilerek hastalarının klinik yönetimlerini ona uygun şekilde düzenledikleri vakalara aittir.

2.8 Fetal Kalp Atım Hızı Trasesinin Sınıflandırılması

ACOG tarafından kabul edilen sınıflandırmada FKA trasesi 3 kategoride değerlendirilir [43].

Kategori 1

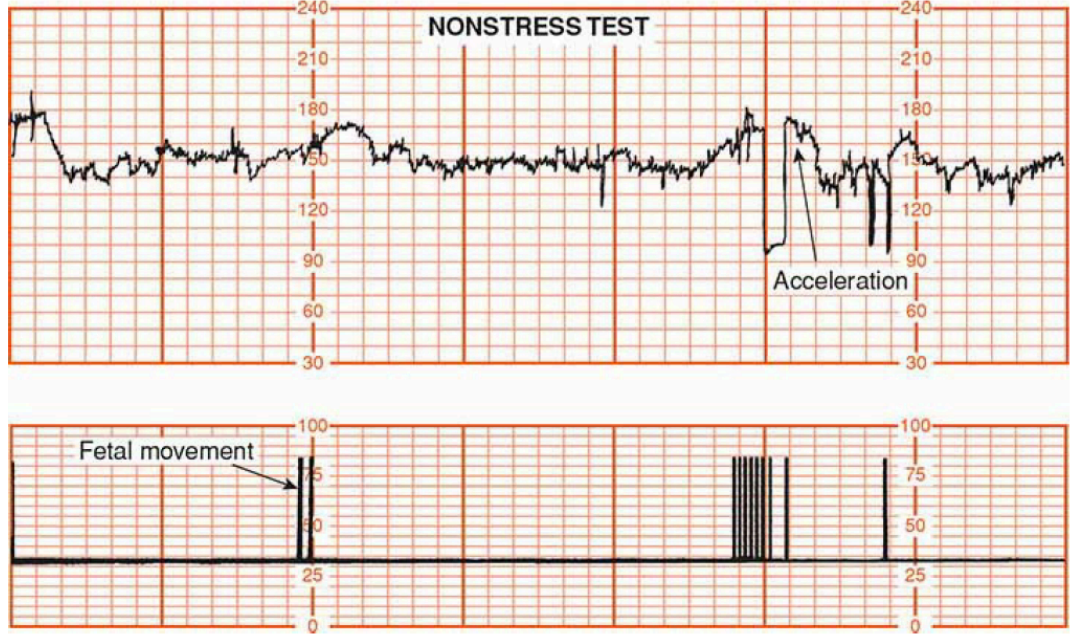
Bazal atım: 110-160 atım/dk

Bazal FKA variabilitesi: Normal (moderate)

Geç ya da değişken deselerasyonlar: Yok

Erken deselerasyonlar: Var ya da yok

Akselerasyonlar: Var ya da yok (Şekil 14)



Şekil 14: Kategori 1 (Reaktif non-stress test) örneği [33]

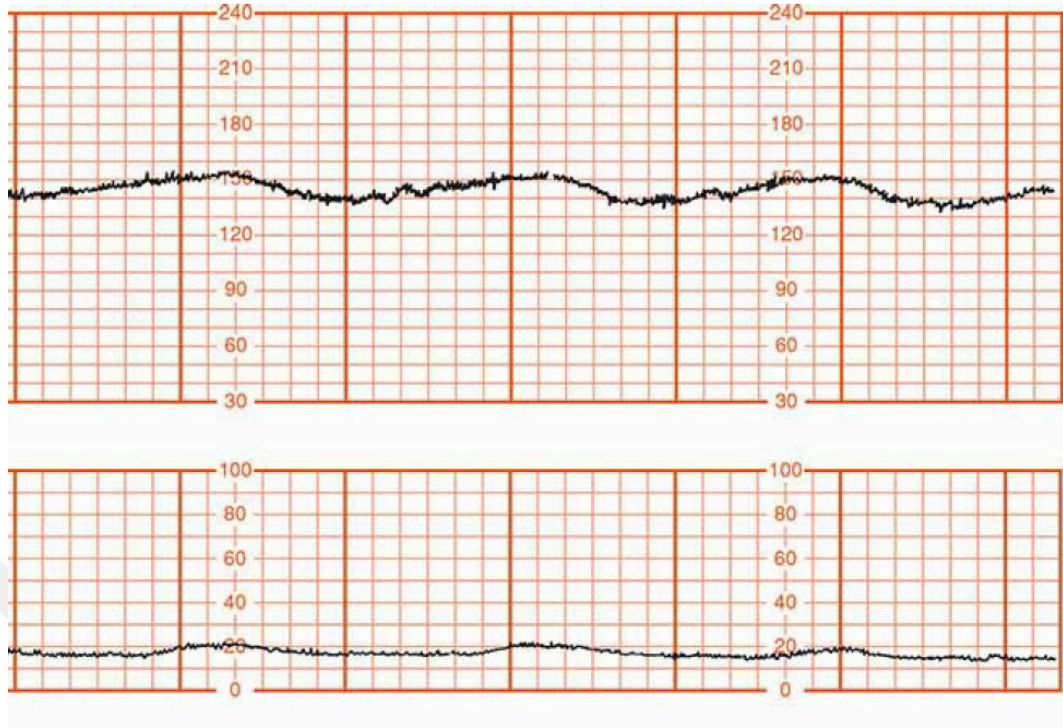
Kategori 2: Kategori 1 ya da kategori 2 olarak sınıflandırılmayan tüm traseler kategori 2 altında değerlendirilebilir.

Bazal atım: Bazal variabilite kaybı olmadan oluşan bradikardi, taşikardi

Bazal FKA variabilitesi: Minimal, tekrarlayan deselerasyonlar olmadan olan variabilite kaybı, artmış variabilite

Akselerasyonlar: Yok veya fetal uyarı sonrası indüklenen akselerasyonlar

Periyodik veya epizodik deselerasyonlar: Minimal ya da moderate bazal atım variabilitesinin eşlik ettiği tekrarlayan değişken deselerasyonlar, 2 dakikadan uzun ancak 10 dakikadan kısa süren uzamış deselerasyon, moderate bazal atım variabilitesi olan tekrarlayan geç deselerasyonlar, bazal atıma dönüşün yavaş olduğu, overshoot veya omuz yapan değişken deselerasyonlar (Şekil 15)

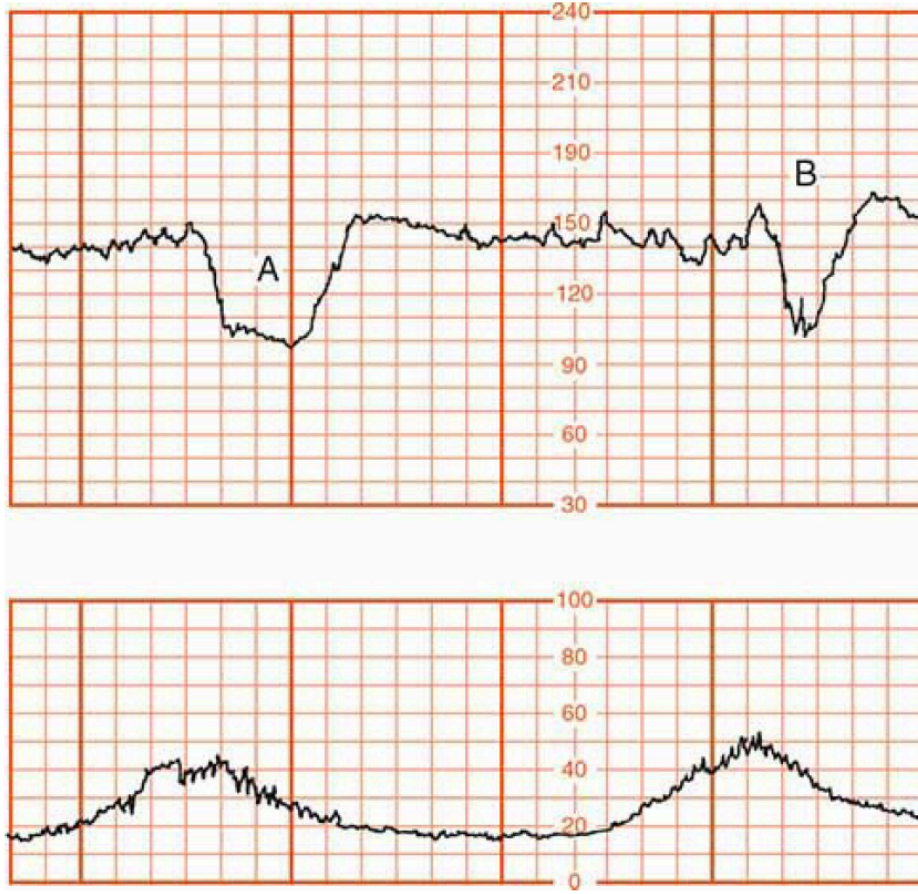


Şekil 15: Kategori 2 (Güven vermeyen non stress test) örneği [33]

Kategori 3

Kaybolmuş FKA variabilitesi ve tekrarlayan geç deselerasyonlar veya tekrarlayan değişken deselerasyonlar veya bradikardi (Şekil 16)

Sinuzoidal pattern [15]



Şekil 16: Kategori 3 CTG trasesi örneği [15]

Çeşitli FKA traselerinin klinikte en sık görülen sebeplerini göz önüne alarak yapılan bazı düzeltici manevralar sayesinde fetal oksijenlenmeyi iyileştirmek, asidemiye düzeltmek ve FKA patternlerindeki varyantın yok olmasını sağlamak mümkündür. Eğer FKA'nın anormal olmasına sebep olan hipoksik durum akut ise ve daha öncesinde fetüsün durumu normal ise, güven vermeyen FKA trasesinin düzeleceği yüksek bir ihtimaldir. Eğer periferik veya santral doku hipoksisinin uzunca bir süre devam ettiği güven vermeyen durumlardaki gibi FKA trasesi düzeltilemezse, tanı için ek tetkiklerin yapılması gerekebilir veya doğum endikasyonu koyulabilir [15].

Bradikardi ve geç deselerasyonların sebebi anestezi ya da supin pozisyon kaynaklı hipotansiyon ise, intravenöz sıvı verilmesi, pozisyon değişikliği ve/ya efedrin uygulaması uterin kan akımını normale çevirerek FKA'yı düzeltebilir. Bradikardi ve geç deselerasyonların sebebi artmış uterin aktivite ise, verilen oksitosin miktarının azaltılması, maternal lateralizasyon uterin kan akımını normale çevirerek FKA'yı düzeltebilir. Geç deselerasyonların sebebi uterin kontraksiyonlarla ilişkili olarak azalmış uterin kan akımı ise, maternal lateralizasyon, trendelenburg pozisyonlaması, terbutalin gibi tokolitik ajanlar uterin tonusunu veya kontraksiyonlarını azaltarak

optimum düzeyde uterin kan akımını temin ederek FKA'yı düzeltebilir. Değişken deselerasyonların sebebi geçici umbilikal kord basısı ise, sağa ya da sola maternal lateralizasyon ile ve amnioinfüzyon ile korda bası yapan fetal partın uzaklaştırılması ile kord basısını azaltarak FKA'yı düzeltebilir. Erken veya değişken deselerasyonların sebebi baş basısı ise, ıkınma zamanını değiştirip fetal iyileşmeye zaman tanıyarak FKA'yı düzeltebilir. FKA variabilitesindeki azalmanın sebebi uzamış asfiksi ise, sola lateralizasyon, trendelenburg gibi maternal pozisyonlamayla, maternal hiperoksijenlenmenin temini ile uterin kan akımının optimum düzeyde gerçekleşmesi ile ve maternal fetal oksijen gradyanlanması ile FKA'yı düzeltebilir [15].

Sinuzoidal pattern, düzenlidir, sinus dalgası şeklinde bazal atımı vardır, frekansı dakikada ortalama 3 ile 6 siklustan oluşmaktadır ve genlik aralığı 30 atım/dk'ye çıkararak 20 dakika veya daha uzun süre sebat edebilir. Sinuzoidal patternde atımdan atıma veya kısa dönem variabilite bulunmaz. İlk olarak Rh-alloimmunizasyonundan etkilenmiş aşırı anemik veya aşırı deprese fetüslerde fark edilmiştir. Murata ve ark. artmış arginin vazopressin seviyesinin sinuzoidal pattern oluşturmada etkili olduğunu savunmuştur [44]. Rh uyuşmazlığı durumlarında karşımıza çıkan sinuzoidal patternde fetal hematokrit değerinin %20'nin altında olduğu fetal anemi vardır. Şiddetli anemisi olan Rh uyuşmazlığından etkilenen fetüslerin çoğunda sinuzoidal pattern olmamakla birlikte net olmayan, akselerasyonların bulunmadığı FKA karşımıza çıkar. Rh uyuşmazlığı olan hastada sinuzoidal pattern görülmesi durumunda ve fetal orta serebral arter kan akımının pik sistolik hızının ölçümüyle şiddetli fetal anemi konfirmasyonu durumunda kordosentezle veya spektrofotometri ile belirlenen 450 nanometrede amniyotik sıvı optik yoğunluğundaki sapmayla ani müdahale ihtiyacı vardır. Müdahale olarak gestasyonel haftaya ve fetal iyilik haline göre doğum veya intrauterin transfüzyon düşünülebilir. Alloimmunizasyon olmadığı durumlarda sinuzoidal patternin yönetimi daha zordur [15].

Saltatuar (Sıçrayıcı) Pattern: FKA'daki ani ve hızlı varyasyonlardan oluşur, bu varyasyonların frekansı 3 ile 6 siklus/dk ve genlik aralığı da 25 atım/dk'den fazladır. Niteliksel olarak 'artmış variabilite' olarak da tarif edilebilir. Antepartum dönemden ziyade daha çok doğum esnasında görülür. Sebebi net olmamakla birlikte, daha önceden oksijenlenmesi normal olan fetüste kısa ve ani hipoksiyle birlikte artmış FKA

variabilitesinin izlendiği hayvan deneylerindeki benzerdir. Plasental kan akımını ve eğer bu pattern karşımıza doğum esnasında çıkarsa fetal oksijenlenmeyi optimize etmek adına müdahalelerde bulunmak gerekebilir [15].

Konjenital anomaliler

Aritmiler dışında, konjenital anomalileri olan fetüslerin çoğunda normal FKA patterni bulunur ve normal fetüslerde olduğu şekliyle, komplet kalp bloğu ve anensefali olanların dışında hipoksiye yanıt verir. Anöploid fetüsler ve hipoplastik akciğerleri olan fetüsler veya hidrosefalisi bulunan fetüsler herhangi bir FKA bozulması göstermeyebilir, çünkü sahip oldukları patolojilerden ötürü illa hipoksik veya asidotik olmaz. Her ne kadar konjenital anomalili fetüslerde patognomonik pattern ya da patternler bulunmasa da, travay esnasında karşımıza çıkan güven vermeyen kategori 2 FKA patternlerinden ötürü fetal intoleransa bağlı sezaryen ile doğum oranı anlamlı bir şekilde artmıştır [45].

2.9 Fetal İyilik Halinin Değerlendirilmesinde En Çok Kullanılan Yöntem: Kardiyotokografi ile Eksternal Fetal Monitorizasyon

EFM, intrapartum hipoksiye ait olası bulguları saptayarak fetal iyilik halinin takibinde kardiyotokografi kullanarak FKA'yı kaydetmeyi içerir [46]. EFM, 1960'ların sonunda kullanıma girdiğinde FKA'yı kaydetmek için ilk cihaz olarak fonokardiograf kullanılırken sonrasında sinyallerin kalitesinin daha iyi olduğu Doppler sinyallerinin kullanıldığı bir cihaza geçiş yapılmıştır [47]. İlk başta intrapartum fetal hipoksiye bağlı gelişebilecek beyin hasarını engellemek adına kullanılmaya başlanmıştır. Ancak, serebral palsy görülme sıklığında son 50 seneden daha uzun bir süredir azalma yaşanmamıştır [48]. 40 seneden daha uzun bir süredir de sezaryen ile doğum oranları ve forseps ya da vakum kullanılan operatif vajinal doğum oranları sürekli olarak artmaktadır. Ancak, neonatal sağkalım oranları benzer dönemlerde iyileşmiştir ve Clark ve ark. göre elektronik monitorizasyon kullanımı ve buna bağlı olarak da intrapartum asfiksiden kaçınılması sonucunda prematür yenidoğanların ve nörolojik bozukluğu olan bebeklerin sağalım süresindeki artış term infantlardaki serebral palsy görülme oranında gerçekte olan azalmayı maskeleymektedir [48]. Birçok vakada, normal antepartum fetal test sonucu yüksek

oranda güven vericidir, çünkü antepartum fetal değerlendirme, normal test sonucundan sonraki 1 hafta içerisindeki ölü doğum oranıyla tanımlandığı takdirde, düşük yanlış negatiflik oranına sahiptir [49]. Ölümcül konjenital anomaliler ve öngörülemeyen fetal ölümlere göre düzeltme yapıldığında ölü doğum oranı, non-stres testlerin (NST'lerin) en büyük serisinde (5861 hastadan oluşan) 1000'de 1,9 iken 12656 kontraksiyon stres testte (CST'de) 1000'de 0,3, 44828 biyofizik profilinde (BFP) 1000'de 0,8 ve 54617 modifiye biyofizik profilinde 1000'de 0,8'dir [50-52]. Bu bilgilere göre, NST'nin negatif prediktif değeri %99,8 iken; CST, BFP ve modifiye BFP'de %99,9'dur. Maternal iyilik halinde akut ve reversible kötüleşmeyle ilişkilendirilmediği takdirde anormal test sonucunda fetal iyilik hali gözetilerek adım atılır. *Antepartum fetal değerlendirme testleri yüksek yanlış pozitiflik oranına ve düşük pozitif prediktif değerlere sahip olduğundan ötürü, anormal test sonucu ile karşılaşıldığında öncelikle başka testlerin yapılması ve yapılan bu diğer testlerin sonuçları ile gestasyonel yaş ve maternal ve fetal iyilik halleri dikkate alınarak doğum kararının verilmesi gerekmektedir* [49, 53, 54].

Bu sayede testlerin yüksek negatif prediktif değerlerinden faydalanılarak tek bir yanlış pozitiflik sonucu gereksiz doğum kararı çıkması ihtimali azaltılabilir [49]. Ancak yanlış pozitiflik oranı yüksek (%60) [1] ve intra-observer variabilitesi yüksek [55] (başka çalışmalarda yanlış pozitiflik oranı %50-75 kadar yüksek iken, yanlış negatiflik oranı %1-2,7 kadar düşük olarak verilmiştir) [56, 57] olan bu testlerin pozitif prediktif değerinin artırılması adına ve intra ve inter observer variabilitesini düşürmek adına travay takibinde ek tetkiklerin kullanılması faydalı olacaktır. Fetal sonuçların nasıl olduğu bilindiğinde, retrospektif olarak yapılan bir çalışmada kardiyotokografi traselerinin sınıflandırılmasının değişebileceği görülmüştür [58]. Bu açıdan, fetal skalp kan örnekleme veya fetal skalp laktik asit ölçümü, fetal pulse oksimetre ve ST-Analyser ile fetal elektrokardiyografik değerlendirmeler gibi ekstra değerlendirme modalitelerine ihtiyacımız olduğu, fetal fizyolojiyi iyi anlamamız gerektiği ve bizim bu çalışmada hedeflediğimiz gibi klinik pratikte kullanılmak üzere yeni, non-invazif, kolayca ulaşılabilir, herkes tarafından kullanılabilir testleri geliştirmek için çabalamamız gerektiği aşikardır [15].

Kardiyotokografi trasesini süregelen ve ilerleyen klinik tabloyla birlikte travay süresince değerlendirmek çok önemlidir. Uzamış spontan membran rüptürü,

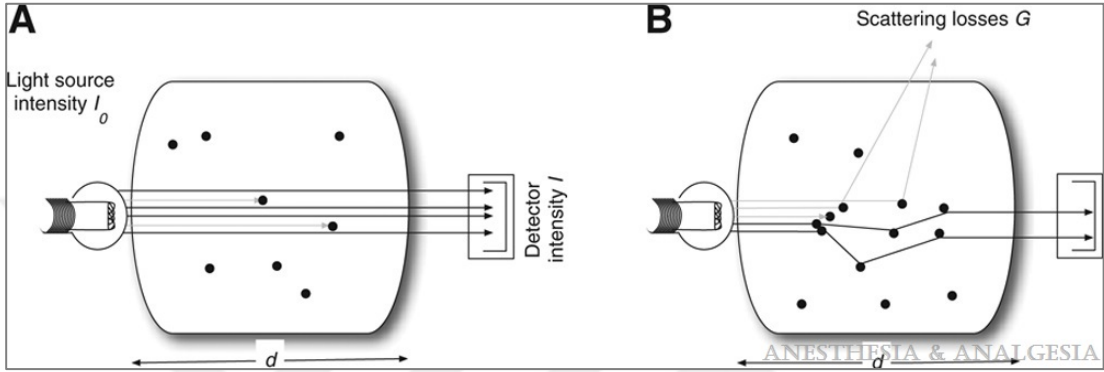
prematürite, intrauterin büyüme geriliği, infeksiyon gelişmesi, mekonyum boyalı amniyon sıvısının mevcudiyeti, ilerlemeyen eylem sebepli oksitosin kullanımı ve daha önceden mevcut olan uterin skar gibi risk faktörleri kardiyotokografi traselerini değerlendirirken dikkate almamız gereken noktalardır. Anlık kardiyotokografi değerlendirilmesi esnasında karşılaştırma yapılacak en değerli trase bir önceki periyotta yer alan güven veren, kategori 1 FKA trasesidir. Kardiyotokografi traseleri değerlendirilirken süregelen hipoksi ve/ya mekanik strese rağmen iyi kompenzasyon gösteren fetüs ile kompenzasyon gösteremeyen veya dekompenzasyonun başlamış olduğu fetüsler arasında detaylı bir ayrıma varılmalıdır. Travay esnasında fetal fiziyojiiyi tam anlayamamanın ve kardiyotokografi traseleriyle klinik tabloyu korele etmede yaşanan sıkıntılar artmış gereksiz operatif vajinal doğumlar veya sezaryenlere ve/ya hipoksik iskemik ensefalopatiye sebep olacak intrapartum artmış hipoksik hasara, uzun dönemde serebral palsi gibi nörolojik bozukluğa yol açacak şiddetli metabolik asidoza veya perinatal ölümlere yol açabilir.

2.10 Yeni bir yöntem olarak: Near-Infrared Spectroscopy (NIRS)

Fetal hemostaz, maternal-plasental dolaşımın etkin olmasına bağlıdır. Term bir gebede, plasentanın tamamından gerçekleşen toplam oksijen difüzyon kapasitesi oksijen basınç farkındaki bir milimetrelik farkta yaklaşık olarak 1,2 mL oksijendir [59]. İntrapartum dönemde plasental ekojenik dansiteyi ve plasentanın kalsifikasyon durumunu belirlemek için senelerdir ultrasonografik değerlendirme yapılmaktadır. Lohusalık döneminde de retrospektif olarak plasentanın hem makroskopik hem de histopatolojik değerlendirilmesi yapılmaktadır. Bunların dışında gebelik süresince – özellikle de doğum eylemi başladıktan sonra doğumun gerçekleştiği zamana kadar olan dönemde- plasentanın oksijenlenme durumunun takip edilebileceği bir yöntem yoktur [60].

1977 senesinde Jobbis tarafından ilk kez tanımlanan NIRS birçok canlı dokunun oksijenlenmesinin ölçülmesinde kullanılmıştır [61]. 650 ile 1000 nanometre dalgaboyunda ölçüm alabilen bu cihaz sayesinde hem oksihemoglobin (HbO₂) hem de deoksihemoglobin (HHb) gibi absorbe edilebilen komponentler oksijenlenme durumuyla değişiklik gösterir ve bu değişiklik de ilgili dokunun oksijenlenme

durumuyla ilgili bilgi sağlamaktadır [60]. İlgili dalga boyları arasında, ışık saçılması olayları absorbe edilme olaylarından yaklaşık 2 kat fazla büyüklükte gerçekleşmektedir ve bu, NIR ışığının çevre dokular tarafından absorbe edilmeden ya da yayılmadan önce ilgili dokuya penetre olarak büyük hacimli doku ölçümü alınmasına olanak sağlar (Şekil 17) [60].



Şekil 17: Biyolojik dokuda ışığın yayılımının şeması. A. *In vivo* uygulama mümkün değildir, kaynak ile detektör arasındaki ışığın yayılımı sadece kromofor absorpsiyonuna bağlıdır. B. Diferansiyel spektroskopi: *In vivo* uygulanabilir, çünkü bu teknikte ışığın hareketlerinin ölçüm süresince sabit kalacağı varsayılır ve ışığın azalmasında ölçülen değişiklikler sadece absorbe edilmesindeki değişikliklere bağlıdır. Bundan dolayı da göz kararı bir başlangıç noktasındaki kromofor konsantrasyonu ölçülebilir, bu da ışığın vurduğu nokta ile ölçülmesi hedeflenen doku arasındaki mesafenin uzunluğuna bağlıdır [62].

Peebles ve ark. oksijen dinamiklerinin fetal başa transvajinal olarak yerleştirilen pulse oksimetre probu ile ölçülebileceğini göstermişse de bu yöntem girişimsel bir işlemdir ve ayrıca fetal baş doğum kanalında aşağıya doğru yer değiştirirken prob disloke olabilir [63, 64]. Ramanujam ve ark. ile Kakogawa ve ark. maternal abdominal duvar üzerinden fetal ve/ya plasental oksijenlenme dinamiklerinin ölçülebileceğini göstermiştir [60, 63, 65].

NIRS cihazı klinikte özellikle prematüre yenidoğanlarda serebral perfüzyonun değerlendirilmesinde, serebral hasarın değerlendirilmesinde, çocuk cerrahisinde konjenital kalp hastalıklarına ilişkin yapılan operasyonlar esnasında serebral perfüzyonun değerlendirilmesinde, yetişkinlerde genel anestezi altında karotid

endarterektomi uygulaması esnasında kritik hipoksi/iskemi seviyelerinin gözlenmesinde, kardiyopulmoner bypass operasyonlarında nörolojik bozukluk gelişiminin öngörülmesinde, anestezi uzmanları tarafından da uzun sürecek genel anestezi altında yapılacak ameliyatlarda ve/ya uzun süre trendelenburg pozisyonunda hastaların opere edilmesi gereken durumlarda klinik kullanımda olmasına rağmen obstetride rutin kullanımda değildir ve klinik kullanımına dair çok kısıtlı sayıda çalışma yer almaktadır [62, 66].



3. GEREÇ ve YÖNTEM

Travay takibinde ACOG kategori 2 CTG (güven vermeyen CTG) olgularında eş zamanlı olarak plasental oksijen satürasyonunun (% olarak) NIRS cihazı ile ölçülerek fetal iyilik halinin daha etkin öngörülebilmesi amacıyla planladığımız çalışmamız 12.06.2020 tarihinde 671 protokol numarası ile Marmara Üniversitesi Etik Kurulu tarafından onaylanmıştır ve etik kurulu onay tarihinden itibaren prospektif olarak gerçekleştirilmiştir.

Çalışmamıza doğum eyleminin aktif fazında (uterin kontraksiyonların varlığında 3 ile 6 cm arasındaki servikal dilatasyonu) olan Marmara Üniversitesi Pendik Eğitim ve Araştırma Hastanesi Doğumhanesinde takip edilmek üzere yatışı yapılan hastalar arasından; plasentası fundal, anterior, fundo-anterior veya anterolateral yerleşimli olan, ultrasonografi ile tespit edilen subkutan yağ doku derinliği 4,5 cm veya altında olan, son adet tarihine göre (veya eski ultrasonografi ölçümlerine göre veya başvuru anındaki ultrasonografi ölçümlerine göre) 37+0 hafta ve üzeri tekil gebelikler dahil edilmiştir.

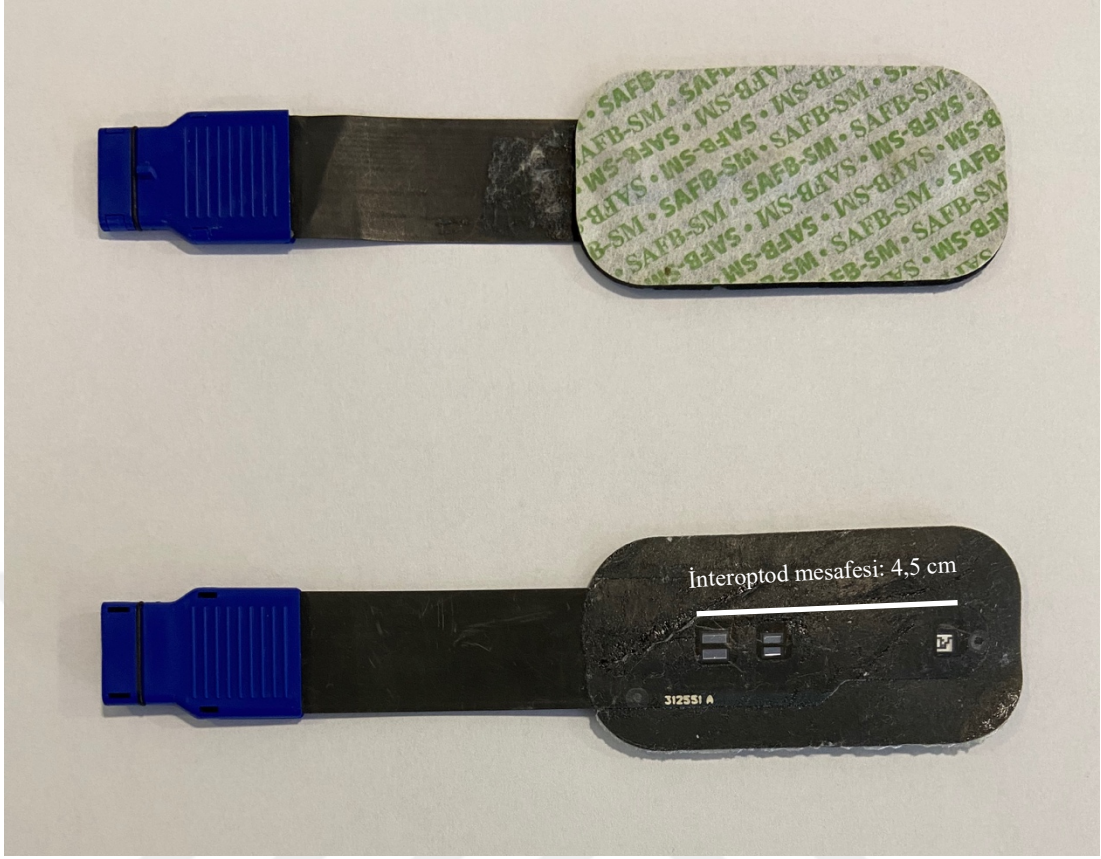
Maternal uterin anomali varlığı, subkutan yağ doku derinliğinin 4,5 cm ve üzeri olması, adolesan gebelik veya ileri yaş anne gebeliği olması, herhangi bir fetal anomali saptanmış olması, çoğul gebelik olması, plasentanın posterior yerleşimli olması, planlı sezaryen ile doğum kararı verilmesine neden olan maternal sebepler bulunması, gebelik haftasının 37+0 haftanın altında olması durumlarında hastalar çalışmaya dahil edilmemiştir.

Çalışmaya katılım durumundan bağımsız olarak her gebede rutin sezaryen protokolü uygulanmıştır. Herhangi bir maternal, fetal veya maternal-fetal sezaryen endikasyonu bulunmayan hastalara “ACOG Obstetric Care Consensus: Safe Prevention of the Primary Caesarian Delivery (2016)” kılavuzu rehberliğinde primer sezaryen veya acil durum sezaryen endikasyonları verilmiştir. Çalışma öncesi tüm gebelere ayrıntılı bilgi verilmiş ve onam formları birer şahit eşliğinde imzalanmıştır. Gebelerin çalışmanın herhangi bir aşamasında çalışmadan ayrılma hakkına sahip oldukları ile ilgili bilgilendirme yapılmıştır [5].

Dahil edilen hastaların fetal iyilik hali takibinde CTG ile eş zamanlı olarak NIRS cihazı ile 20 dakikalık periyotlarda travay süresince doğuma kadar çoklu ölçümler alınmıştır.

CTG kaydı, eksternal monitorizasyon için Edan Cadence Fetal Monitör/NST Cihazı ile maternal abdomen üzerine konulan, Doppler prensipleri ile çalışan bir alıcı ile yapılmış ve 3 cm/sn hızıyla ilerleyen özellikli NST kağıdına yazdırılmıştır. Bu kısım kardiyotokografinin, 'kardiyak' kısmını oluşturur. İkinci prob da maternal abdomende uterin fundusa yerleştirilmiştir ve uterin kontraksiyonları kaydetmek için kullanılan bu kısım da kardiyotokografinin, 'kontraksiyon' kısmını oluşturur. Kontraksiyon probu maternal kontraksiyon yok iken sıfırlanarak ayarlanmıştır. Uterin kontraksiyonların sıklığı ve süresi ile ilgili bilgi vermektedir. Kaydedilen kontraksiyonların genişliği yalnızca anterior abdominal duvar gerginliğindeki değişiklikleri yansıtmaktadır [46]. Kardiyotokografi kaydına başlamadan önce maternal nabız kontrol edilerek kayıtlarda fetal kalp atım hızı olarak yanlışlıkla maternal nabız kaydetmekten kaçınılmıştır [67].

Transabdominal NIRS ölçümü Covidien INVOS NIRS cihazına uyumlu 5100C Cerebral/Somatic Oximeter ve yetişkin NIRS probu ile gerçekleştirilmiştir (Şekil 18).



Şekil 18: Çalışmada kullanılan yetişkin NIRS probu

Kakogawa ve arkadaşları NIRS cihazı ile ölçüm yapmadan önce bilgisayar simülasyonları oluşturarak kaynak ile dedektör arasındaki uzaklığın üçgenin alt tabanına eşit olması durumunda NIR ışığının eşkenar üçgenin tabanından tepeye kadar olan mesafesine eşdeğer mesafeye nüfuz edeceğini göstermiştir [60]. Onların çalışmasında NIR ışığının plasentaya nüfuz edecek mesafe olarak belirledikleri, aynı zamanda yetişkin NIRS probunun interoptod mesafesi 4,5 cm'dir [60, 68].

NIRS cihazının belirtilen dalga boyunda ciltten 4,5 cm altına kadar dokudaki oksijen konsantrasyonunu algılayacağı şekilde prob yerleştirilmiştir. Dört-vuruşlu lazer diyotlarını near-infrared ışıkların kaynağı olarak kullanır ve 700-1000 nm dalga boyundaki ışıkları oluşturur. Near-infrared ışık plasental dokuya probtaki optik lifler sayesinde yöneltilir. Plasental dokudan çıkan ışık da cihaza prob üzerindeki diğer bir optik lif aracılığıyla döner ve foto-çoğaltıcı tüp tarafından algılanır. Olay ve iletilen ışık yoğunlukları kaydedilir. Cihaz özellikle venöz kompartmandaki Hb-O₂ saturasyonunu yüzde olarak gösterir (%0-100). NIRS arter (%25), kapiller (%5) ve

venöz (%70) O₂ satürasyonunu yansıtır. Ön panelde, HbO₂ satürasyon değeri gözükür. Maternal abdomende daha önceden ultrasonografi ile tespit edilen plasental lokalizasyona NIRS probu yerleştirilmiştir ve tek kullanımlık problar kullanılmıştır (Şekil 19). Şekillerde görüldüğü üzere oksijen satürasyon ölçümlerinin çıktısı alınmıştır (Şekil 20) (Şekil 21).



Şekil 19: NIRS cihazı ve eş zamanlı CTG takibi yapılan gebe

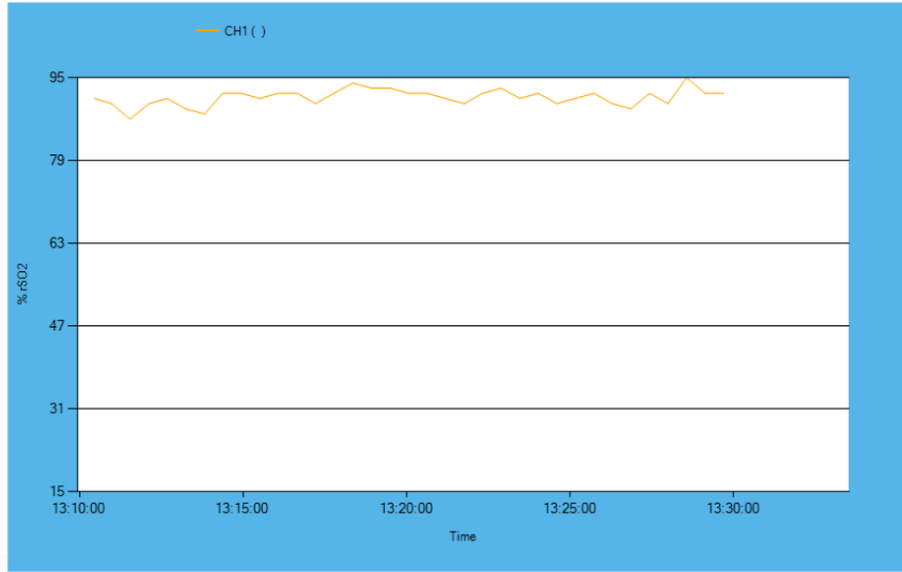
INVOS Case Summary Report

PatientID:	Op Mode:	Num Channels:	1
Case Time:	5.27.21 13:10:28 - 5.27.21 13:33:02	Case Length:	0hrs 22mins
Source File(s):	210527N_BATIR.H4		

Channel Summary

Channel	rSO2 Range	Baseline	Avg rSO2
Ch1	87 - 95		91

Şekil 20: NIRS Cihazı ölçümlerin çıktısının örneği



Şekil 21: NIRS Cihazı ölçümlerin çıktısının örneği

Çalışmamıza dahil edilen hastaların doğum eyleminin aktif fazındaki CTG traseleri ve eş zamanlı NIRS ölçümleri 20 dakikada bir 20 dakika süreyle kaydedilmiştir. Kategori 2 CTG traseleri izlendiğinde, tüm gebelerde öncelikle maternal sola lateralizasyon ve 3-4 L/dk maske ile O₂ solutulması uygulanmıştır. Oksitosin veya dinoprost ile doğumun başlatılması veya augmentasyonu uygulanan

hastalarda da maternal ve fetal iyilik durumlarına göre değişen sürelerde oksitosin infüzyonları veya dinoprost uygulamaları durdurulmuştur.

Çalışmaya dahil edilen hastalar CTG traselerine göre 3 kategoriye ayrılmıştır: Kategori 1 (Reaktif), Kategori 2 (Güven vermeyen) ve Kategori 3 (Non-reaktif) CTG traseleri olarak. Eksternal fetal monitorizasyon ölçümleri ile eş zamanlı yapılan NIRS ölçümleri (% oksijen satürasyonu olarak ve ortalama % oksijen satürasyonu değerinin \geq %5 fazlasında 15-180 saniye süre boyunca meydana gelen plasental deoksijenlenme durumları olarak) kaydedilmiştir. Doğan bebeklerin Apgar skorları (1. Dakika ve 5. Dakika eşik değeri olarak 7 alınarak) ve doğum anındaki fetal kan gazı değerleri (pH eşik değeri 7,20 alınarak) ile fetal iyilik hali değerlendirilmiştir. Her hastanın demografik verileri, doğum şekli (normal spontan vajinal doğum (NSVD) veya sezaryen ile doğum (C/S)), varsa anestezi türü, bebek cinsiyeti ve doğum kilosu ve boyu kaydedilmiştir.

İstatistiksel Metotlar

İstatistiksel analiz için SPSS 23.0 programı kullanılmıştır. Kategorik değişkenler frekans ve yüzde ile, sayısal değişkenler ortalama (standart sapma), medyan (çeyrekler açıklığı), minimum ve maksimum değerleri ile özetlenmiştir. Sayısal değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu QQ plot, Kolmogorov-Smirnov testi, basıklık ve çarpıklık değerleri ile sınanmıştır.

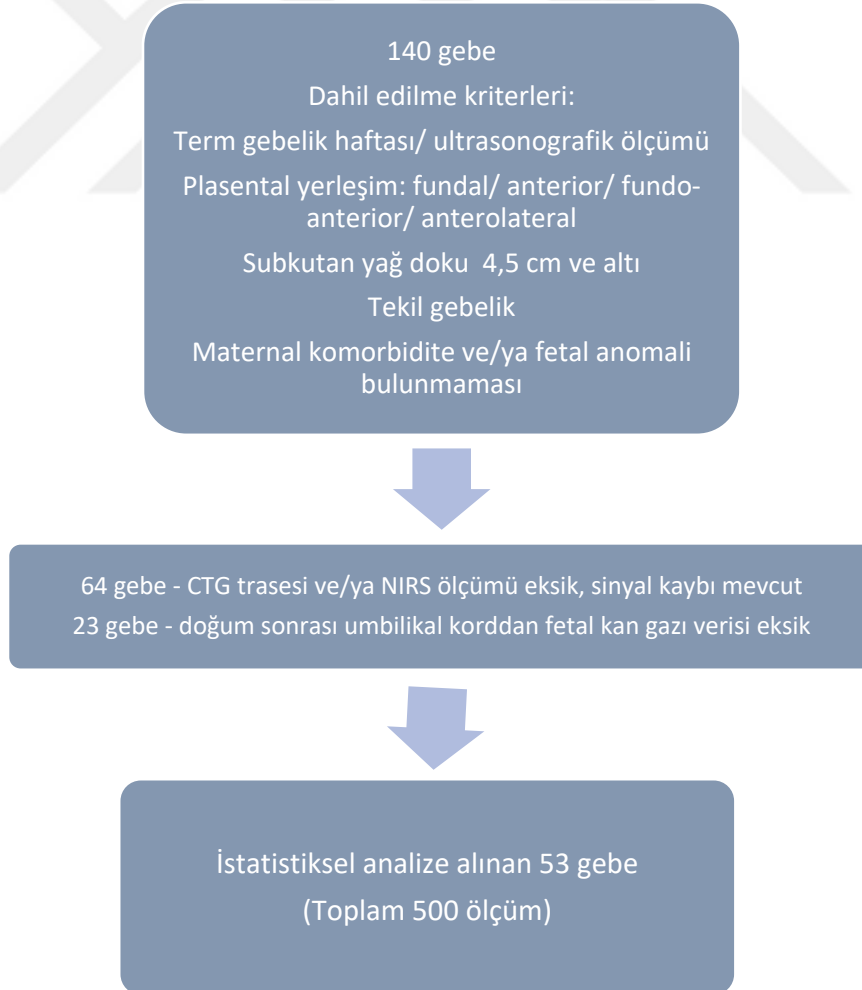
Sayısal değişkenleri CTG kategorileri arasında karşılaştırmak için Kruskal-Wallis testi yapılmıştır.

Kategorik değişkenlerin ilişkisine ki-kare testi ile bakılmıştır. Etkinin büyüklüğü Cramer's V ile verilmiştir.

Ayrı ayrı pH değeri, Apgar 5.dakika skoru ve doğum şekli bağımsız değişken olarak alınarak CTG ve CTG+NIRS değerleri ile lojistik regresyon analizi yapılmıştır. Duyarlılık ve özgünlük değerleri, pozitif prediktif value (PPV) ve negatif prediktif value (NPV) değerleri verilmiştir.

4. BULGULAR

Araştırmamıza Temmuz 2020- Ekim 2021 tarihleri arasında, dahil edilme kriterlerine uygun toplam 140 gebe dahil edilmiştir. 64 gebe takip süreleri boyunca CTG traseleri veya NIRS ölçümlerindeki eksiklikler veya sinyal kayıpları sebebiyle, 23 gebe de doğum sonrası umbilikal korddan fetal kan gazı verisi eksik olması sebebiyle istatistiksel analize dahil edilmemiştir. Kalan 53 gebeden tüm travay süreleri boyunca (her birinin hastaneye yatış ve doğumun gerçekleşmesi arasındaki süreleri birbirinden farklı olduğu için) 20 dakikada bir 20 dakikalık CTG trasesi değerlendirmesi yapılmıştır ve eş zamanlı NIRS cihazı ile plasental oksijen saturasyon ölçümleri elde edilmiştir. 53 gebeden toplamda 500 tane ölçüm elde edilerek hem hasta temelli hem de ölçüm temelli olarak elde edilen bulgular istatistiksel analize dahil edilmiştir (Şekil 22).



Şekil 22: Çalışmaya dahil edilen gebelerin akış şeması

4.1 Demografik Bulgular

Araştırmaya dahil edilme kriterlerini karşılayan 53 hastanın yaş ortalaması 25,75 ($\pm 4,83$) (minimum 19,00; maksimum 27,00), ortanca gravida 2,00 (minimum 1,00; maksimum 6,00), ortanca parite 1,00 (0,00; 4,00), başvuru anındaki ortanca gestasyonel hafta 39,00 (minimum 37,00; maksimum 42,00)'dur.

Hastaların başvuru şikayetlerinin %47,2'sini (n=25) kasık ağrısı- sancı, %26,4'ünü (n=14) su gelişi, %5,7'sini (n=3) vajinal lekelenme oluştururken, hastaların %20,8'i (n=11) hastaneye kontrol amaçlı başvurmuştur (Tablo 1).

Tablo 1: Demografik Özellikler

Yaş [ortalama \pm ss (min;maks)]	25,75 \pm 4,83 (19,00; 27,00)
Gravida [ortanca (min;maks)]	2,00 (1,00; 6,00)
Parite [ortanca (min;maks)]	1,00 (0,00; 4,00)
Başvuru anındaki gestasyonel hafta [ortanca (min;maks)]	39,00 (37,00; 42,00)
Başvuru şikayeti n (%)	
Kontrol	11 (%20,8)
Kasık ağrısı, Sancı	25 (%47,2)
Su gelişi	14 (%26,4)
Vajinal Lekelenme	3 (%5,7)

4.2 Hastaların Değişkenlere Göre Özellikleri

Hastaların plasental yerleşimleri şöyledir: %13,2'sinin (n=7) plasentası fundal yerleşimli, %62,3'ünün (n=33) anterior yerleşimli, %9,4'ünün (n=5) fundo-anterior yerleşimli, %15,1'i (n=8) anterolateral yerleşimlidir.

Hastalar fetal amniyotik sıvı miktarlarına göre, %9,4'ü (n=5) anhidroamniotik, %15,1'i (n=8) oligohidramniotik, %67,9'u (n=36) normal amniyon sıvı miktarına sahip, %7,5'i (n=4) polihidramniotiktir.

Hastaların %73,6'sı (n=39) normal spontan vajinal doğum ile doğumlarını gerçekleştirirken %26,4'ü (n=14) sezaryen ile doğumlarını gerçekleştirmiştir. Sezaryen ile doğum yapanların %50'si (n=7) spinal anestezi ile kalan %50'si (n=7) de genel anestezi altında ameliyat olmuşlardır. Doğan bebeklerin %47,2'si (n=25) kız bebek, %52,8'i (n=28) erkek bebektir. Doğan bebeklerin ortalama doğum ağırlığı 3288,49±378,65 gramdır. Doğan bebeklerin ortalama boyu 50,40±1,86 santimetredir. Doğan bebeklerin ortalama baş çevresi 34,48±1,31 santimetredir. Fetal kan gazlarından elde edilen pH değerlerinin %9,4'ü (n=5) 7,20'ye eşit veya altında iken, %90,6'sı (n=48) 7,20'nin üzerindedir. Hastaların ortalama travay takip süresi 199,85±160,09 dakikadır (Tablo 2).

Tablo 2: Hastaların Değişkenlere Göre Özellikleri

Plasenta Yerleşimi, n (%)	
Fundal	7 (%13,2)
Anterior	33 (%62,3)
Fundo-anterior	5 (%9,4)
Anterolateral	8 (%15,1)
Fetal Amniyon Sıvı Miktarı, n(%)	
Anhidroamnios	5 (%9,4)
Oligohidramnios	8 (%15,1)
Normal	36 (%67,9)
Polihidramnios	4 (%7,5)
Doğum Şekli, n (%)	
Normal spontan vajinal doğum	39 (%73,6)
Sezaryen ile doğum	14 (%26,4)
Sezaryen ile doğumda anestezi şekli, n (%)	
Spinal	7 (%50)
Genel	7 (%50)
Bebegin cinsiyeti, n(%)	
Kız	25 (%47,2)

Erkek 28 (%52,8)

Doğum ağırlığı (gram)

Ort (SS) 3288,49 (378,65)
Md (ÇA) 3285,00 (532,50)
min; maks 2400,00; 4365,00

Doğum boyu (santimetre)

Ort (SS) 50,40 (1,86)
Md (ÇA) 50,00 (2,25)
min; maks 42,00; 54,00

Baş çevresi (santimetre)

Ort (SS) 34,48 (1,31)
Md (ÇA) 34,50 (1,75)
min; maks 32,00; 37,50

Travay Takip süresi (dakika)

Ort (SS) 199,85 (160,09)
Md (ÇA) 138,00 (231,50)
min; maks 20,00; 750,00

pH (kategorik) n (%)

pH \leq 7.2 4 (%9,4)
pH $>$ 7.2 48 (%90,6)

4.3 Alınan Ölçümlerin Değişkenlere Göre Özellikleri

53 hastadan travay takip süreleri boyunca 20 dakikalık periyotlarda 500 tane NIRS ve CTG ölçümü alınmıştır. Alınan bu ölçümlerden elde edilen ortalama NIRS oksijen satürasyonu $88,97 \pm 7,49$ (minimum 61,00; maksimum 95,00)'dur. Her 20 dakikalık periyotta gözlenen ortalama NIRS deoksijenlenme sayısı $1,06 \pm 2,61$ 'dir.

Ölçümlerin %51,2'si (n=256) CTG Kategori 1, %42,0'ı (n=210) CTG Kategori 2, %6,8'i (n=34) CTG Kategori 3'tür (Tablo 3).

Tablo 3: Alınan Ölçümlerin (n=500) Değişkenlere Göre Özellikleri

Değişkenler	Sayı (yüzde)
NIRS Oksijen Satürasyonu (%) (her 20 dakikalık periyodun ortalama değeri)	
Ort (SS)	88,97 (7,49)
Md (ÇA)	91,00 (9,00)
min; maks	61,00; 95,00
NIRS Deoksijenlenme sayısı (her 20 dakikalık periyot için)	
Ort (SS)	1,06 (2,61)
Md (ÇA)	0,00 (0,00)
min; maks	0,00; 16,00
Kardiyotokogram (CTG) Sınıflaması, n (%)	
1 (Reaktif)	256 (51,2)
2 (Güven Vermeyen)	210 (42,0)
3 (Non-reaktif)	34 (6,8)

Ort: Ortalama; SS: standart sapma; ÇA: çeyrekler açıklığı.

4.4 Ölçümlerden Elde Edilen CTG Kategorilerine Göre NIRS Oksijen Satürasyonu Ortalamaları, NIRS Deoksijenlenme Sayısı, Fetal pH Değeri, Fetal Apgar (1.dk) ve Fetal Apgar (5.dk) değerleri

Alınan ölçümlerden elde edilen CTG Kategorilerine göre CTG 1 (Reaktif) kategorisindeki ölçümlerin ortalama NIRS oksijen satürasyonu $89,32 \pm 7,57$, CTG 2 (Güven Vermeyen) kategorisindeki ölçümlerin ortalama NIRS oksijen satürasyonu $88,31 \pm 7,56$, CTG 3 (Non-reaktif) kategorisindeki ölçümlerin ortalama NIRS oksijen satürasyonu $90,44 \pm 4,34$ 'tür.

CTG 1 (Reaktif) kategorisindeki ölçümlerin ortalama deoksijenlenme sayısı $0,93 \pm 2,48$, CTG 2 (Güven Vermeyen) kategorisindeki ölçümlerin ortalama deoksijenlenme sayısı $1,23 \pm 2,84$, CTG 3 (Non-reaktif) kategorisindeki ölçümlerin ortalama deoksijenlenme sayısı $1,06 \pm 2,10$ 'dur.

CTG 1 (Reaktif) kategorisindeki ölçümlerin ortalama pH değeri $7,28 \pm 0,15$, CTG 2 (Güven Vermeyen) kategorisindeki ölçümlerin ortalama pH değeri $7,29 \pm 0,95$, CTG 3 (Non-reaktif) kategorisindeki ölçümlerin ortalama pH değeri $7,29 \pm 0,64$ 'tür.

CTG 1 (Reaktif) kategorisindeki ölçümlerdeki 1. dakika ortanca Apgar değeri 9,00 (minimum 3,00; maksimum 9,00), CTG 2 (Güven Vermeyen) kategorisindeki ölçümlerdeki 1. dakika ortanca Apgar değeri 9,00 (minimum 3,00; maksimum 9,00), CTG 3 (Non-reaktif) kategorisindeki ölçümlerdeki 1. dakika ortanca APGAR değeri 9,00 (minimum 5,00; maksimum 9,00)'dur.

CTG 1 (Reaktif) kategorisindeki ölçümlerdeki 5. dakika ortanca Apgar değeri 10,00 (minimum 4,00; maksimum 10,00), CTG 2 (Güven Vermeyen) kategorisindeki ölçümlerdeki 5. dakika ortanca Apgar değeri 10,00 (minimum 4,00; maksimum 10,00), CTG 3 (Non-reaktif) kategorisindeki ölçümlerdeki 5. dakika ortanca Apgar değeri 10,00 (minimum 7,00; maksimum 10,00)'dur (Tablo 4).

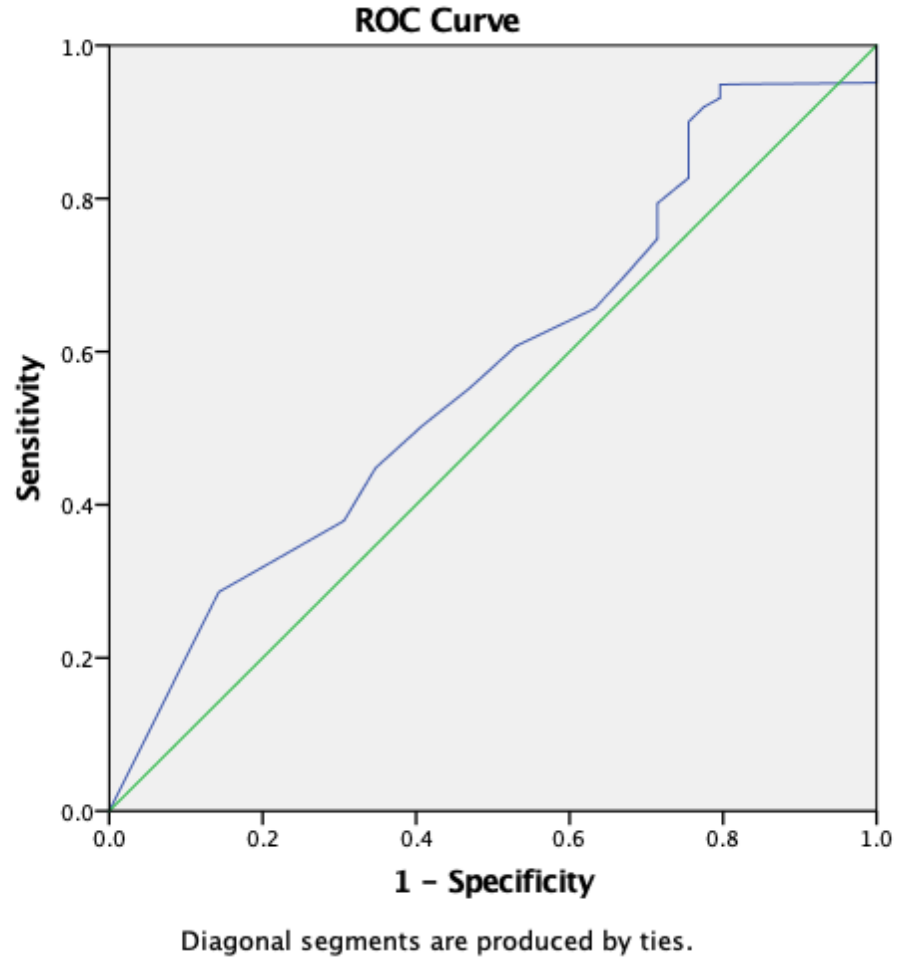
Tablo 4: Ölçümlerden elde edilen CTG kategorilerine göre NIRS oksijen satürasyonu ortalamaları, NIRS deoksijenlenme sayısı, fetal pH değeri, fetal Apgar (1.dk) ve fetal Apgar (5.dk) değerleri

CTG Kategorisi	1 (Reaktif) (n=256)	2 (Güven Vermeyen) (n=210)	3 (Non-reaktif) (n=34)	P*
NIRS Oksijen Satürasyonu (%) (her 20 dakikalık periyodun ortalama değeri)				
Ort (SS)	89,32 (7,57)	88,31 (7,56)	90,44 (4,34)	
Md (ÇA)	92,00 (8,75)	90,00 (8,00)	91,5 (6,25)	0,091
min; maks	61,00; 95,00	63,00; 95,00	80,00; 95,00	
NIRS Deoksijenlenme sayısı (her 20 dakikalık periyot için)				
Ort (SS)	0,93 (2,48)	1,23 (2,84)	1,06 (2,10)	
Md (ÇA)	0,00 (0,00)	0,00 (1,00)	0,00 (1,00)	0,149
min; maks	0,00; 14,00	0,00; 16,00	0,00; 8,00	
pH (numerik)				
Ort (SS)	7,28 (0,15)	7,29 (0,09)	7,29 (0,06)	
Md (ÇA)	7,32 (0,12)	7,31 (0,08)	7,29 (0,09)	0,090
min; maks	6,68; 7,46	6,68; 7,46	7,14; 7,42	
Apgar 1. dakika				
Ort (SS)	8,39 (1,31)	8,34 (1,07)	8,53 (0,89)	
Md (ÇA)	9,00 (1,00)	9,00 (1,00)	9,00 (1,00)	0,159
min; maks	3,00; 9,00	3,00; 9,00	5,00; 9,00	
Apgar 5. dakika				
Ort (SS)	9,53 (1,28)	9,55 (0,93)	9,76 (0,61)	
Md (ÇA)	10,00 (0,00)	10,00 (1,00)	10,00 (0,00)	0,063
min; maks	4,00; 10,00	4,00; 10,00	7,00; 10,00	

Ort: Ortalama; SS: standart sapma; ÇA: çeyrekler açıklığı; *: Kruskal-Wallis p değeri

4.5 NIRS Oksijen Satürasyonu İçin ROC Grafiği

Çalışmada pH değerini altın standart olarak belirleyerek NIRS % satürasyon eşik değer tespiti için 'Receiver Operating Characteristic' (ROC) eğrisi çizilmiştir. Buradan elde edilen eğri $pH \leq 7,20$ ve $pH > 7,20$ 'ye göre NIRS % satürasyon eşik değeri %83,00 duyarlılık (sensitivite) ve %24,50 özgünlük (spesifite) ile %84,50 olarak belirlenmiştir (Şekil 20).



Şekil 20: NIRS % satürasyon eşik değeri tespiti için 'Receiver Operating Characteristic' (ROC) grafiği

4.6 CTG Kategorisi ile pH, Apgar 5. Dakika Skoru, Doğum Şekli İlişkisi

4.6.1 Hasta temelli bulgular

Hastaların her birinin kendisine ait travay takip süresince olan CTG traseleri incelenerek hastaya ait bir kategori belirlenip o CTG kategorisi ile fetal kan gazındaki pH değeri, Apgar 5. dakika skoru ve doğum şekli istatistiksel olarak kıyaslanmıştır (Tablo 5).

Tablo 5: Hastaların CTG Kategorileri ile pH değerleri, Apgar 5. dakika skorları ve doğum şekillerinin karşılaştırılması

CTG Kategorisi	1 (Reaktif) (n=19)	2 (Güven Vermeyen) (n=19)	3 (Non- reaktif) (n=15)	Korelasyon katsayısı*	P*
pH					
≤ 7,20	3	0	2	0,244	0,208
> 7,20	16	19	13		
5. Dakika Apgar skoru					
1	0	0	2	0,151	0,547
< 7	18	19	13		
> 7					
Doğum Şekli					
C/S	4	3	7	0,293	0,103
NSVD	15	16	8		

*: Cramer's V korelasyon katsayısı; p < 0,05 anlamlı

Çalışmaya dahil edilen 53 hastanın tüm CTG traseleri değerlendirilmiştir ve 19 hastada (%35,85) CTG kategori 1, 19 hastada (%35,85) CTG kategori 2 ve 15 hastada (%28,30) CTG kategori 3 bulunmuştur.

CTG kategorizasyonunun doğum sonrası umbilikal kord pH değerini öngörmedeki gücü CTG kategori 2 için duyarlılık %0,00, özgünlük %45,71, PPV

%0,00 ve NPV %84,21; CTG kategori 3 için duyarlılık %40,00, özgünlük %55,17, PPV %13,33 ve NPV %84,21 olarak bulunmuştur.

CTG kategorizasyonunun 5. Dakika Apgar skorunu öngörmedeki gücü CTG kategori 2 için duyarlılık %0,00, özgünlük %48,65, PPV %0,00 ve NPV %94,74; CTG kategori 3 için duyarlılık %66,67, özgünlük %58,06, PPV %13,33 ve NPV %94,74 olarak bulunmuştur.

CTG kategorizasyonunun doğum şeklini öngörmedeki gücü CTG kategori 2 için duyarlılık %42,86, özgünlük %48,39, PPV %15,79 ve NPV %78,95; CTG kategori 3 için duyarlılık %63,64, özgünlük %65,22, PPV %46,67 ve NPV %78,95 olarak bulunmuştur.

4.6.2 Ölçüm temelli bulgular

Ölçümlerin her birinin CTG traseleri ile fetal kan gazındaki pH değeri, Apgar 5. dakika skoru ve doğum şekli istatistiksel olarak kıyaslanmıştır (Tablo 6).

Tablo 6: Ölçümlerin CTG Kategorileri ile pH değerleri, Apgar 5. dakika skorları ve doğum şekillerinin karşılaştırılması

CTG Kategorisi	1 (Reaktif) (n=256)	2 (Güven Vermeyen) (n=210)	3 (Non- reaktif) (n=34)	Korelasyon katsayısı*	P*
pH					
≤ 7,20	36	11	2	0,147	0,005
> 7,20	220	199	32		
Apgar 5. Dakika					
< 7	11	6	1	0,038	0,693
> 7	245	204	33		
Doğum Şekli					
C/S	62	71	13	0,115	0,037
NSVD	194	139	21		

*: Cramer's V korelasyon katsayısı; p < 0,05 anlamlı

Çalışmaya dahil edilen 500 ölçümün CTG traseleri değerlendirildiğinde 256 ölçümde (%51,20) CTG kategori 1, 210 ölçümde (%42,00) CTG kategori 2, 34 ölçümde (%6,80) CTG kategori 3 bulunmuştur.

CTG kategorizasyonunun doğum sonrası umbilikal kord pH değerini öngörmedeki gücü CTG kategori 2 için duyarlılık %23,4 özgünlük %52,51, PPV %5,24 ve NPV %85,94; CTG kategori 3 için duyarlılık %5,26, özgünlük %87,30, PPV %5,88 ve NPV %85,94 olarak bulunmuştur.

CTG kategorizasyonunun 5. Dakika Apgar skorunu öngörmedeki gücü CTG kategori 2 için duyarlılık %35,29, özgünlük %54,57, PPV %2,86 ve NPV %95,70; CTG kategori 3 için duyarlılık %8,33, özgünlük %88,13, PPV %2,94 ve NPV %95,70 olarak bulunmuştur.

CTG kategorizasyonunun doğum şeklini öngörmedeki gücü CTG kategori 2 için duyarlılık %53,38, özgünlük %58,26, PPV %33,81 ve NPV %75,78; CTG kategori 3 için duyarlılık %17,33, özgünlük %90,23, PPV %38,24 ve NPV %75,78 olarak bulunmuştur.

4.7 NIRS Ortalama Oksijen Satürasyonu ile pH, Apgar 5. Dakika Skoru ve Doğum Şekli İlişkisi

4.7.1 Hasta temelli bulgular

Hastaların her birinin kendisine ait travay süresince elde edilen NIRS ortalama oksijen satürasyonları ile çizilen ROC eğrisinde belirlenen %84,50 eşik değeri ile fetal kan gazındaki pH değeri, Apgar 5. dakika skoru ve doğum şekli istatistiksel olarak kıyaslanmıştır (Tablo 7).

Tablo 7: Hastaların NIRS ortalama oksijen satürasyonu ile pH değerleri, APGAR 5. dakika skorları ve doğum şekillerinin karşılaştırılması

NIRS ortalama oksijen satürasyonu (%)		≤ 84,50 (n=9)	> 84,50 (n=44)	Korelasyon Katsayısı*	P*
pH	≤ 7,20	1	4	0,026	0,850
	> 7,20	8	40		
Apgar 5. Dakika	< 7	0	2	0,090	0,514
	> 7	9	42		
Doğum Şekli	C/S	1	13	0,157	0,253
	NSVD	8	31		

*: Cramer's V korelasyon katsayısı; p < 0,05 anlamlı

Çalışmaya dahil edilen 53 hastanın NIRS ortalama oksijen satürasyonları değerlendirilmiştir. 9 hastada (%16,98) ≤%84,50 ve 44 hastada (%83,02) >%84,50 bulunmuştur.

NIRS ortalama oksijen satürasyonunun doğum sonrası umbilikal kord pH değerini öngörmedeki gücü için duyarlılık %20,00, özgünlük %83,33, PPV %11,11 ve NPV %90,91 olarak bulunmuştur.

NIRS ortalama oksijen satürasyonunun 5. Dakika Apgar skorunu öngörmedeki gücü için duyarlılık %0,00, özgünlük %82,35, PPV %0,00 ve NPV %95,45 olarak bulunmuştur.

NIRS ortalama oksijen satürasyonunun doğum şeklini öngörmedeki gücü için duyarlılık %7,14, özgünlük %79,49, PPV %11,11 ve NPV %70,45 olarak bulunmuştur.

4.7.2 Ölçüm temelli bulgular

Ölçümlerin her birinin CTG ölçümüyle eş zamanlı gerçekleştirilen ve tüm travay takibi süresince elde edilen NIRS oksijen satürasyonlarının 20 dakikalık periyotlardaki ortalaması alınarak, bunu takiben ROC eğrisi çizilerek belirlenen %84,50 eşik değerine istinaden yapılan NIRS ortalama oksijen satürasyonları ile fetal kan gazındaki pH değeri, Apgar 5. dakika skoru ve doğum şekli istatistiksel olarak kıyaslanmıştır (Tablo 8).

Tablo 8: Ölçümlerin NIRS ortalama oksijen satürasyonu ile pH değerleri, APGAR 5. dakika skorları ve doğum şekillerinin karşılaştırılması

NIRS ortalama oksijen satürasyonu (%)	≤ 84,50 (n=90)	> 84,50 (n=410)	Korelasyon Katsayısı*	P*
pH				
< 7,20	12	37	0,056	0,213
> 7,20	78	373		
Apgar 5. Dakika				
< 7	0	18	0,091	0,043
> 7	90	392		
Doğum Şekli				
C/S	28	118	0,020	0,660
NSVD	62	292		

*: Cramer's V korelasyon katsayısı; p < 0,05 anlamlı

Çalışmaya dahil edilen 500 ölçümün NIRS ortalama oksijen satürasyonları değerlendirildiğinde 90 ölçümde (%18) ≤%84,50 ve 410 ölçümde (%82,00) >%84,50 olarak bulunmuştur.

NIRS ortalama oksijen satürasyonunun doğum sonrası umbilikal kord pH değerini öngörmedeki gücü için duyarlılık %24,49, özgünlük %82,71, PPV %13,33 ve NPV %90,98 olarak belirlenmiştir.

NIRS ortalama oksijen saturasyonunun 5. Dakika Apgar skorunu öngörmedeki gücü için duyarlılık %0,00, özgünlük %81,33, PPV %0,00 ve NPV %95,61 olarak bulunmuştur.

NIRS ortalama oksijen saturasyonunun doğum şeklini öngörmedeki gücü için duyarlılık %19,18, özgünlük %82,49, PPV %31,11 ve NPV %71,22 olarak bulunmuştur.

4.8 NIRS Deoksijenlenme Sayısı ile pH, Apgar 5. Dakika Skoru ve Doğum Şekli İlişkisi

4.8.1 Hasta temelli bulgular

Hastaların her birinin kendisine ait travay süresince elde edilen NIRS deoksijenlenme sayıları ile fetal kan gazındaki pH değeri, Apgar 5. dakika skoru ve doğum şekli istatistiksel olarak kıyaslanmıştır (Tablo 9).

Tablo 9: Hastaların NIRS deoksijenlenme sayıları ile pH değerleri, Apgar 5. dakika skorları ve doğum şekillerinin karşılaştırılması

NIRS deoksijenlenme sayısı	>0	=0	Korelasyon Katsayısı*	P*
pH				
≤ 7,20	4	1	0,034	0,805
> 7,20	36	12		
Apgar 5. Dakika				
< 7	1	1	0,117	0,393
> 7	39	12		
Doğum Şekli				
C/S	9	5	0,156	0,257
NSVD	31	8		

*: Cramer's V korelasyon katsayısı; p < 0,05 anlamlı

Çalışmaya dahil edilen 53 hastanın NIRS deoksijenlenme sayıları yok veya var şeklinde kategorize edilmiştir. 13 hastada (%24,53) hiç deoksijenlenme

gerçekleşmemişken, \leq %84,50 ve 40 hastada (%75,47) en az 1 kere deoksijenlenmenin olduğu bulunmuştur.

NIRS deoksijenlenme sayısının doğum sonrası umbilikal kord pH değerini öngörmedeki gücü için duyarlılık %80,00, özgünlük %25,00, PPV %10,00 ve NPV %92,31 olarak bulunmuştur.

NIRS deoksijenlenme sayısının 5. Dakika Apgar skorunu öngörmedeki gücü için duyarlılık %50,00, özgünlük %23,53, PPV %2,50 ve NPV %92,31 olarak bulunmuştur.

NIRS deoksijenlenme sayısının doğum şeklini öngörmedeki gücü için duyarlılık %64,29, özgünlük %20,51, PPV %22,50 ve NPV %61,54 olarak bulunmuştur.

4.8.2 Ölçüm temelli bulgular

Ölçümlerin her birinin CTG ölçümüyle eş zamanlı gerçekleştirilen ve tüm travay takibi süresince elde edilen NIRS ölçümlerindeki deoksijenlenme sayıları var veya yok şeklinde kategorize edilerek fetal kan gazındaki pH değeri, Apgar 5. dakika skoru ve doğum şekli ile istatistiksel olarak kıyaslanmıştır (Tablo 10).

Tablo 10: Ölçümlerin NIRS deoksijenlenme sayıları ile pH değerleri, Apgar 5. dakika skorları ve doğum şekillerinin karşılaştırılması

NIRS deoksijenlenme sayısı		>0	=0	Korelasyon Katsayısı*	P*
pH	≤ 7,20	16	33	0,062	0,168
	> 7,20	107	344		
Apgar 5. Dakika	< 7	2	16	0,061	0,176
	> 7	121	361		
Doğum Şekli	C/S	48	98	0,123	0,006
	NSVD	75	279		

*: Cramer's V korelasyon katsayısı; p < 0,05 anlamlı

Çalışmaya dahil edilen 500 ölçümün NIRS deoksijenlenme sayıları var veya yok şeklinde kategorize edildiğinde 377 ölçümde (%75,40) hiç deoksijenlenme gerçekleşmemişken, 123 ölçümde (%24,60) en az 1 kere deoksijenlenme gerçekleşmiştir.

NIRS deoksijenlenme sayısının kategorize edilmiş halinin doğum sonrası umbilikal kord pH değerini öngörmedeki gücü için duyarlılık %32,65, özgünlük %76,27, PPV %13,01 ve NPV %91,25 olarak belirlenmiştir.

NIRS deoksijenlenme sayısının kategorize edilmiş halinin 5. Dakika Apgar skorunu öngörmedeki gücü için duyarlılık %11,11, özgünlük %74,90, PPV %1,63 ve NPV %95,76 olarak bulunmuştur.

NIRS deoksijenlenme sayısının kategorize edilmiş halinin doğum şeklini öngörmedeki gücü için duyarlılık %32,88, özgünlük %78,81, PPV %39,02 ve NPV %74,01 olarak bulunmuştur.

4.9 CTG Kategorisi ile NIRS Ortalama Oksijen Satürasyonu ve NIRS Deoksijenlenme Sayısı Arasındaki İlişki

NIRS ortalama oksijen satürasyonu değerleri ile CTG ölçümleri kıyaslandığında, Cramer's V korelasyon katsayısı 0,244 elde edilmiştir. (p=0,354) NIRS deoksijenlenme sayıları ile CTG ölçümleri kıyaslandığında, Cramer's V korelasyon katsayısı 0,206 elde edilmiştir (Tablo 11) (p=0,064) .

Tablo 11: CTG Kategorisi ile NIRS ortalama oksijen satürasyonu ve NIRS deoksijenlenme sayısı arasındaki ilişki

	N	Korelasyon Katsayısı *	P*
CTG ölçümleri ile NIRS Ortalama Oksijen Satürasyonu Değerleri	500	0,244	0,354
CTG ölçümleri ile NIRS Deoksijenlenme Sayıları	500	0,206	0,064

*:Cramer's V korelasyon katsayısı; p <0,05 anlamlı

4.10 CTG Kategorisi ve NIRS Ortalama Oksijen Satürasyonu ile Umbilikal Kord Kan Gazı pH Değeri, Apgar 5. Dakika Skoru ve Doğum Şekli Arasındaki İlişki

4.10.1 Hasta temelli bulgular (Tablo 12)

Tablo 12: CTG Kategorisi ve NIRS Ortalama Oksijen Satürasyonu ile Umbilikal Kord Kan Gazı pH Değeri, APGAR 5. Dakika Skoru ve Doğum Şekli Arasındaki İlişki

	Fetal kan gazında pH \leq 7,20	Apgar 5. Dakika < 7	Doğum Şekli C/S
	pH > 7,20	> 7	NSVD
CTG 1 + NIRS	1	0	0
\leq %84,50	2	3	3
CTG 1 + NIRS	2	1	4
>% 84,50	14	15	12
CTG 2 + NIRS	0	0	1
\leq % 84,50	5	5	4
CTG 2 + NIRS	0	0	2
>% 84,50	14	14	12
CTG 3 + NIRS	0	0	0
\leq %84,50	1	1	1
CTG 3 + NIRS	2	1	7
>% 84,50	12	13	7

Hem CTG kategorilerini hem de her bir hastanın travay takip süresince elde edilen ortalama NIRS oksijen satürasyonu değerlerini birlikte değerlendirdiğimizde, pH kategorisini öngörmede duyarlılık %33,33, özgünlük %38,89, PPV %4,35 ve NPV %87,50 olarak hesaplanmıştır (Tablo 12.1).

Tablo 12.1: CTG_kategori 2 ve NIRS \leq %84,5 olan hastalar ile umbilikal kord kan gazı pH değeri arasındaki ilişki

	pH \leq 7,20	pH > 7,20
CTG kategori 2 ve NIRS \leq%84,5 olan hasta sayısı	1	22
CTG kategori 1 ve NIRS >%84,5 olan hasta sayısı	2	14

Hem CTG kategorilerini hem de her bir hastanın travay takip süresince elde edilen ortalama NIRS oksijen satürasyonu değerlerini birlikte değerlendirdiğimizde, 5. dakika Apgar skoru \leq 7 ve $>$ 7 olmasını öngörmede duyarlılığın %0,00, özgünlüğün %39,47, PPV %0,00 ve NPV %93,75 olarak hesaplanmıştır (Tablo 12.2).

Tablo 12.2: CTG_kategori 2 ve NIRS \leq %84,5 olan hastalar ile APGAR 5. dakika skoru arasındaki ilişki

	Apgar 5. Dakika \leq 7	Apgar 5. Dakika >7
CTG kategori 2 ve NIRS \leq%84,5 olan hasta sayısı	0	23
CTG kategori 1 ve NIRS > %84,5 olan hasta sayısı	1	15

Hem CTG kategorilerini hem de her bir hastanın travay takip süresince elde edilen ortalama NIRS oksijen satürasyonu değerlerinin birlikte değerlendirdiğimizde, doğum şeklini öngörmede duyarlılığın %42,86, özgünlüğün %37,50, PPV %13,04 ve NPV %75,00 olarak hesaplanmıştır (Tablo 12.3).

Tablo 12.3: CTG_kategori 2 ve NIRS \leq %84,5 olan hastalar ile doğum şekli arasındaki ilişki

	C/S	NSVD
CTG kategori 2 ve NIRS \leq %84,5 olan hasta sayısı	3	20
CTG kategori 1 ve NIRS $>$ %84,5 olan hasta sayısı	4	12

4.10.2 Ölçüm temelli bulgular (Tablo 13)

Tablo 13: CTG Kategorisi ve NIRS Ortalama Oksijen Satürasyonu Ölçümleri ile Umbilikal Kord Kan Gazı pH Değeri, Apgar 5. Dakika Skoru ve Doğum Şekli Arasındaki İlişki

	Fetal kan gazında pH \leq 7,20	Apgar 5. Dakika > 7	Doğum Şekli NSVD
CTG 1 + NIRS	11	0	8
<% 84,50	31	42	34
CTG 1 + NIRS	25	11	54
>% 84,50	189	203	160
CTG 2 + NIRS	1	0	19
< %84,50	43	44	25
CTG 2 + NIRS	10	6	52
>% 84,50	156	160	114
CTG 3 + NIRS	0	0	1
<% 84,50	4	4	3
CTG 3 + NIRS	2	1	12
>% 84,50	28	29	18

Hem travay süresince her 20 dakikalık periyotta elde edilen CTG kategorilerini hem de ortalama NIRS oksijen satürasyonu değerlerini değerlendirdiğimizde, pH

kategorisini öngörmeye duyarlılık %46,81, özgünlük %44,68, PPV %8,59 ve NPV %88,32 olarak hesaplanmıştır (Tablo 13.1).

Tablo 13.1: CTG_kategori 2 ve NIRS \leq %84,5 olan ölçümler ile umbilikal kord kan gazı pH değeri arasındaki ilişki

	pH \leq 7,20	pH > 7,20
CTG kategori 2 ve NIRS \leq %84,5 olan hasta sayısı	22	234
CTG kategori 1 ve NIRS > %84,5 olan hasta sayısı	25	189

Hem travay süresince her 20 dakikalık periyotta elde edilen CTG kategorilerini hem de ortalama NIRS oksijen satürasyonu değerlerini birlikte değerlendirdiğimizde, 5. dakika Apgar skoru \leq 7 ve > 7 olmasını öngörmeye duyarlılığın %35,29, özgünlüğün %44,81, PPV %2,34 ve NPV %94,86 olarak hesaplanmıştır (Tablo 13.2).

Tablo 13.2: CTG_kategori 2 ve NIRS \leq %84,5 olan ölçümler ile Apgar 5. dakika skoru arasındaki ilişki

	Apgar 5. Dakika \leq 7	Apgar 5. Dakika > 7
CTG kategori 2 ve NIRS \leq %84,5 olan hasta sayısı	6	250
CTG kategori 1 ve NIRS > %84,5 olan hasta sayısı	11	203

Hem travay süresince her 20 dakikalık periyotta elde edilen CTG kategorilerini hem de ortalama NIRS oksijen satürasyonu değerlerini birlikte değerlendirdiğimizde, doğum şeklini öngörmeye duyarlılığın %59,70, özgünlüğün %47,62, PPV %31,25 ve NPV %74,77 olarak hesaplanmıştır (Tablo 13.3).

Tablo 13.3: CTG_kategori 2 ve NIRS \leq %84,5 olan ölçümler ile doğum şekli arasındaki ilişki

	C/S	NSVD
CTG kategori 2 ve NIRS \leq %84,5 olan hasta sayısı	80	176
CTG kategori 1 ve NIRS $>$ %84,5 olan hasta sayısı	54	160

Özet olarak, tablo 14 ve tablo 15’te hasta temelli ve ölçüm temelli elde edilen CTG Kategori 2, CTG Kategori 3, NIRS ortalama oksijen satürasyonu, NIRS deoksijenlenme sayısı ile CTG ve NIRS’in birlikte değerlendirildiği hasta/ölçümlerin pH değeri, Apgar skoru ve doğum şeklini öngörmeye yönelik duyarlılık, özgünlük ve PPV değerleri yer almaktadır.

Tablo 14: Hasta temelli bulguların özetlenmesi

	Duyarlılık	Özgünlük	PPV	NPV
CTG kategori 2				
pH	0,00	45,71	0,00	84,21
Apgar skoru	0,00	48,65	0,00	94,74
Doğum şekli	42,86	48,39	15,79	78,95
CTG kategori 3				
pH	40,00	55,17	13,33	84,21
Apgar skoru	66,67	58,06	13,33	94,74
Doğum şekli	63,64	65,22	46,67	78,95
NIRS ortalama oksijen satürasyonu (%)				
pH	20,00	83,33	11,11	90,91
Apgar skoru	0,00	82,35	0,00	95,45
Doğum şekli	7,14	79,49	11,11	70,45
NIRS deoksijenlenme sayısı				
pH	80,00	25,00	10,00	92,31
Apgar skoru	50,00	23,53	2,60	92,31
Doğum şekli	64,29	20,51	22,50	61,54
CTG ve NIRS birlikte				
pH	33,33	38,89	4,35	87,50
Apgar skoru	0,00	39,47	0,00	93,75
Doğum şekli	42,86	37,50	13,04	75,00

Tablo 15: Ölçüm temelli bulguların özetlenmesi

	Duyarlılık	Özgünlük	PPV	NPV
CTG kategori 2				
pH	23,4	52,51	5,24	85,94
Apgar skoru	35,29	54,57	2,86	95,70
Doğum şekli	53,38	58,26	33,81	75,78
CTG Kategori 3				
pH	5,26	87,30	5,88	85,94
Apgar skoru	8,33	88,13	2,94	95,70
Doğum şekli	17,33	90,23	38,24	75,78
NIRS ortalama oksijen satürasyonu (%)				
pH	24,49	82,71	13,33	90,98
Apgar skoru	0,00	81,33	0,00	95,61
Doğum şekli	19,18	82,49	31,11	71,22
NIRS deoksijenlenme sayısı				
pH	32,65	76,27	13,01	91,25
Apgar skoru	11,11	74,90	1,63	95,76
Doğum şekli	32,88	78,81	39,02	74,01
CTG ve NIRS birlikte				
pH	46,81	44,68	8,59	88,32
Apgar skoru	35,29	44,81	2,34	94,86
Doğum şekli	59,70	47,62	31,25	74,77

5. TARTIŞMA

CTG doğumun ikinci evresinde fetal iyilik hali takibinde altın standart olarak günümüzde kullanılmaktadır ancak ne yazık ki öngörü değeri düşük ve yanlış pozitiflik değeri yüksek olan bir testtir [1]. ACOG, CTG traselerini fetal iyilik halinin öngörüsü açısından 3 kategoride sınıflandırmıştır. Kategori 2, güven vermeyen olarak nitelendirilen ve klinisyen için yönetimi en zor kategoridir. Çalışmamızda amacımız travay takibinde ACOG kategori 2 CTG olgularında eş zamanlı olarak halihazırda diğer branşlarda somatik ve serebral oksijenlenmenin değerlendirilmesi amacıyla kullanılan NIRS cihazı ile plasental oksijen satürasyonunu (% olarak) ölçerek CTG'nin fetal iyilik halini öngörme gücünü artırabilmektir. Elde ettiğimiz bulgularla CTG trasesi ile NIRS plasental oksijen satürasyonu ve/ya NIRS plasental deoksijenlenme sayısı arasında herhangi bir ilişki bulunamamıştır. Tek başına CTG ile değerlendirmenin ya da tek başına NIRS ile plasental oksijen satürasyonunu ölçmenin ya da ikisi birlikte kullanıldığında da fetal iyilik halini öngörme güçleri de ne yazık ki zayıf olarak bulunmuştur.

Parer ve arkadaşları, CTG Kategori 2 trasesi izlendiğindeki yönetim esnasında asıl amacın obstetrik müdahale olarak sezaryen ile doğum gereklilik halini belirlemek ve bunu yaparken de metabolik asidemi gelişimini azaltmak olduğunu belirtmiştir. Ancak CTG kategori 2'nin yönetimine dair kesin önerilerde bulunmak için elimizde bulunan bilginin henüz olgunlaşmamış olduğunu belirtmiştir [57]. CTG kategori 2'nin yönetimine dair İngiltere'de Plymouth Üniversite'sinde yönetim için algoritmaların oluşturulmasına dair bilgisayarlı nöral ağ sistemi oluşturulması için perinatal araştırma grubu kurulmuştur [36]. Her ne kadar herkesin kullanımına açık olmasa da sonuçlar metabolik asidemiden ($pH < 7.05$ ve baz açığı < -11) kaçınılarak gereksiz obstetrik müdahalede bulunulmasını engellemek için olumlu olarak sunulmuştur [57]. Literatürde de görüldüğü üzere CTG kategori 2 trasesi izlenen doğumun aktif fazının yönetimi zorlayıcıdır ve elimizde kesin olarak nasıl bir yönetim algoritması izleneceğine dair net bilgiler bulunmamaktadır. Bu sebepten NIRS cihazı ile yapılan plasental oksijen satürasyon ölçümünün CTG kategori 2 sınıfındaki hastalarda klinisyenin karar vermesinde etkili olup olamayacağını anlamak amacıyla çalışmamızı tasarladık.

Thorp ve arkadaşlarının 10 tane çalışmayı değerlendirdiği derlemede, Wihle ve arkadaşlarının çalışmasında ve diğer pek çok çalışmada düşük umbilikal kord pH değeri olarak 7,20 değeri alınmıştır [69-71]. Cantu ve arkadaşları 11455 yenidoğan üzerinde yaptıkları retrospektif çalışmada önceki çalışmalara benzer şekilde geçerli bir umbilikal kan gazı sonucunun %25 kadar hastada elde edilemediğini, ancak umbilikal arteriyel ve venöz kan gazı pH değerlerinin ve baz açıklarının birbirlerinden bağımsız fetal asidemi öngörüsünde çok prediktif olduğunu belirtmiştir [72, 73]. 7,23 ve daha üzerindeki venöz kan gazı değerlerinin %1'den daha az ihtimalle, $\geq 7,17$, $\geq 7,14$ ve $\geq 7,06$ umbilikal venöz kan gazı pH değerlerinin sırasıyla %5'ten, %10'dan ve %50'den daha az ihtimalle fetal asidemi ile ilişkili olduğu gösterilmiştir [73]. Çalışmamızda da yapılan çalışmalara istinaden umbilikal arter veya ven ayırımı yapmaksızın travay takibinin fetal sonucunu belirlemek için pH eşik değeri olarak 7,20 kabul edilmiştir.

CTG ile monitorizasyon ilk başta intrapartum ölümleri engellemek ve intrapartum asfiksiye bağlı serebral palsy gelişimini önlemek amacıyla kullanılmaya başlanmıştır [57]. Ancak serebral palsy vakalarının ancak %10'u intrapartum asfiksi kaynaklıdır; etiolojisinde daha çok gelişim defektleri, hücrelerin göç etmesindeki defektler, infeksiyonlar, toksinler gibi başka sebepler yer almaktadır. Ayrıca, intrapartum dönemde bazı asfiksi epizodları hızlı başlangıçlıdır ve fetüse sağlanan oksijen tamamen durduktan sonra yaklaşık 10 dakikalık süre içerisinde nöronal hücre hasarı veya ölümü gerçekleşmeye başlamaktadır [74, 75]. Hem bu sebepten hem de serebral palsinin %0,025 görülme sıklığı ile nadir görülen bir durum olmasından ötürü CTG ile serebral palsyi öngörme ve önlemeden ziyade kısa dönem istenmeyen bir fetal sonuç olarak umbilikal kord kan gazındaki pH değerinin asidotik olmasının engellenmesi hedeflenebilir [57]. 1000 doğumdan 3'ünde umbilikal kord kan gazından pH değeri $\leq 7,00$ olarak gelir ve bu durum prediktif olmasa da nörolojik veya diğer organ hasarlarıyla ilişkilidir [74]. pH değerleri 7,00 ile 7,10 dışındaki değerlerde morbidite kalıcı ve aşırı kötü olmasa da, doğum sonrası oksijen ihtiyacı, intravenöz takviye ihtiyacı ve yenidoğan yoğun bakım ünitesinde takip edilme süresinin uzunluğundan ötürü sıkıntı verici ve maliyetlidir, o yüzden de pH değeri $< 7,10$ 'dan mümkün olduğunca sakınılmaya çalışılmalıdır [57]. CTG ile fetal iyilik halinin değerlendirilmesi nispeten ucuz, non-invazif ve klinik kullanımı görece kolay bir

yöntem olduğundan klinik kullanımı çok yaygındır, ancak literatürde de görüldüğü üzere altın standart olabilecek bir fetal iyilik hali öngörü metodu değildir, bundan dolayı çalışmamız CTG ile takibe alternatif veya CTG ile eş zamanlı kullanıma uygun ve non-invazif bir yöntem bulunması üzerine tasarlanmıştır.

Parer ve arkadaşları yaklaşık 50 tane yayını tarayıp CTG patternleri ile fetal asidemi ve/ya Apgar skorları arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Kendi yayınlarında test ettikleri hipotezlerin bir tanesi normal FKA variabilitesinin asidemini olmamasıyla ilişkili olduğudur ve deselerasyonlar bulunsu bile FKA variabilitesinin bulunması önem arz eden bir fetal metabolik asidemi bulunmamasıyla ilişkilidir [76]. Çalışmaların birine dahil edilen 1551 gebeden doğan fetüslerin 1518'inin asidemisinin bulunmadığı, pH > 7,20 veya 5. Dakika Apgar skorunun >7 olduğu saptanmıştır. 1968 tane normal FKA variabilitesi bulunan gebe üzerinde yapılan diğer bir çalışmada da, umbilikal kord kan gazı ph < 7,20 olarak kabul edilen fetal sonuç için normal FKA variabilitesinin bulunmasının NPV'si > %85 olarak tespit edilmiştir [77]. Benzer bir gruptaki diğer bir çalışmada normal FKA trasesi olan veya hafif variable deselerasyonu bulunan veya azalmış FKA variabilitesi bulunan veya hafif bradikardisi olan veya akselerasyonları mevcut olan CTG'leri bulunan 2200 gebenin, doğumdan hemen önceki 30 dakikalık periyodunun da kaydedildiği travay sürecinde, doğurması sonrasında hastaların %96,9'unda umbilikal kord kan gazı pH \geq 7,15 olarak elde edilmiştir [78]. Çalışmamızda da literatürle uyumlu olarak 53 hastanın sadece 5 tanesinde (%9,43) umbilikal kord kan gazı pH değeri \leq 7,20 iken hastaların çoğunda (%90,57, n=48) pH değeri > 7,20 olarak bulunmuştur.

Bazı durumlarda fetal asidemi metabolikten ziyade respiratuar orijinlidir ve asidemini respiratuar olması morbidite açısından daha az önem teşkil eder, ancak yine de fetal kan gazında pH değeri asidemik olarak saptanmaktadır. Bazı durumlarda da fetal metabolik asidemi, fetüste intrinsik anaerobik bir metabolizma olmasından ziyade maternal asidemini varlığını yansıtır. Eş zamanlı maternal asid-baz değerleri elde edilmeden de fetal kan gazındaki değerlerin fetal sebepli mi maternal sebepli mi olduğunu ayırt etmemiz zordur [76]. Literatürde bahsedilen FKA paternlerinin ACOG Kategori 1 ve 2 ile uyumlu olduğu düşünüldüğünde, bizim çalışmamızda CTG kategori 1 ve 2 traseleri bulunan 38 hastanın %92,10 (n=35)'unda pH değeri >7,20, %94,74 (n=36)'ünde 5. dakika APGAR skoru >7 olarak elde edilmiştir. Çalışmamızda

CTG kategori 3 trasesi olan 15 hastanın %86,67 (n=13)'sinde pH değeri >7,20 ve yine %86,67 (n=13)'sinde 5. dakika Apgar skoru >7 olarak elde edilmiştir. CTG kategorisi non-reaktif olsa bile hastaların çoğunluğunda pH değeri >7,20 ve 5. dakika Apgar skoru >7'dir, bu durum CTG takibinin PPV'sinin düşük olmasından kaynaklanmaktadır. Çalışmamızda da CTG kategori 2'nin pH değeri ve 5. dakika Apgar skoru için PPV'si %0,00; CTG kategori 3'ün pH değeri ve 5. dakika Apgar skoru için PPV'si %13,33 olarak bulunmuştur.

Thacker ve arkadaşları tarafından 12 tane randomize kontrollü çalışmadan yapılan metaanalizde görülmüştür ki çalışmalarda obstetrik müdahale gerektiren durumlarda sezaryen ile doğumda anlamlılık gösteren bir artış saptanmazken, operatif normal doğumda artış izlenmiştir, ancak her çalışmada obstetrik müdahale gerektiren CTG traselerinin tanımlarının aynı olmadığı da belirtilmiştir [79]. Benzer şekilde çalışmamızda CTG kategorisi 1 olduğunda sezaryen ile doğum %21,05 (n=4), kategori 2 olduğunda sezaryen ile doğum %15,79 (n=3), kategori 3 olduğunda sezaryen ile doğum %46,67 (n=7)'dir (p=0,103).

NIRS kullanımındaki temel fikir travay süresince gerçekleşen uterin kontraksiyonların myometrial ve uteroplazental kan perfüzyonunda geçici ve siklik bir azalma meydana getirmesi ve buna istinaden de *in vivo* olarak doku oksijen saturasyonundaki değişiklikler vasıtasıyla geçici uteroplazental perfüzyon azalmasının tespit edilebileceği insan klinik model olmasıdır [80-82].

53 hastadan travay sürelerince elde edilen NIRS ortalama plasental oksijen saturasyon değerleri ile eş zamanlı kaydedilen CTG trase kategorileri kıyaslandığında Cramer's V korelasyonunda p=0,354 elde edilmiş ve aralarında anlamlı bir korelasyon bulunmadığı tespit edilmiştir. NIRS cihazı ilk olarak venöz akımın dominant olduğu damarlarda fonksiyon görmesi için tasarlanmıştır, ancak plasentalın kendine has büyük bir arteriyovenöz şantının bulunması venöz dominansı fikriyle çelişmektedir [83]. Belki de plasental oksijen saturasyonu ölçümleri ile CTG kategorileri arasında korelasyon bulunmamasının sebebi NIRS cihazının uteroplazental oksijen saturasyonunu kesin bir şekilde tespit edemeyişi olabilir [83] veya fetal kalp atımlarında kategori 2 veya kategori 3 olarak yorumlanan, klinisyenin endişelenmesine sebebiyet veren traseler aslında uteroplazental kan akışındaki

herhangi bir değişikliğe bağlı değil, bilinmeyen başka sebep ya da sebeplerden olduğu içindir.

Fairlie ve arkadaşları çalışmalarında CTG kategori 1'de – FKA'da anormalliğın olmadığı durumlarda- uterin kontraksiyonların umbilikal arter pulsatilite indeksi üzerinde etkisiz olduğunu göstermiştir. Ancak kontraksiyonlara eşlik eden FKA deselerasyonlarında, genellikle deselerasyon sırasında diyastol sonu akım kaybının olduğu saptanmıştır ve kontraksiyonun sonunda FKA normal bazal atıma döndüğünde akım hızı dalga formu da kontraksiyon öncesi durumuna dönmüştür. Çalışmada normal umbilikal arter akım hızı dalga formunun fetal skalptan elde edilen pH değeri >7,20 olmasıyla uyumlu olduğunu göstermiştir [84]. Brar ve arkadaşları doğum eylemi esnasında uterin kontraksiyon öncesi, sırası ve sonrasında umbilikal ve uterin arter doppler ultrason çalışmaları sonucunda fetal-plasental kan akımının uterin kontraksiyonlar sırasında kesintisiz olarak devam ettiği sonucuna varmıştır [85]. Bu literatür bilgisiyle paralel olarak, çalışmamızda her bir hastadaki NIRS ortalama oksijen satürasyonlarının %84,50 eşik değerine göre kategorilendirilmesiyle umbilikal kord kan gazı pH değeri ($p=0,850$), 5. dakika Apgar skoru ($p=0,514$) ve doğum şekli ($p=0,253$) arasındaki kıyaslamalarda görülmüştür ki aralarında anlamlı bir ilişki yoktur. NIRS cihazı ile plasental oksijen satürasyonu ölçümü yapmanın çalışmamızda umbilikal kord kan gazı pH değerini, Apgar 5. dakika skorunu ve doğum şeklini öngörme gücü istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Bundan sonraki çalışmalarda NIRS plasental oksijen satürasyonlamada oksijen satürasyon ortalamasının %84,50'nin altına indiği ve/ya deoksijenlenmenin gerçekleştiği zamanlarla simultane olarak Doppler çalışmalarının yapılması ve fetal iyilik halinin değerlendirilmesinde bu iki non-invazif metodun tek tek ve birlikte ne kadar etkili olduğunu göstermek faydalı olabilir.

Uterin kontraksiyonlarla birlikte uteroplazental kan akımındaki azalmaya rağmen plasental oksijen sunumu fetal ihtiyacı karşılamaya yetmektedir, oksijen sunumu ile fetusun kullanımı oranındaki küçük değişikliklerin plasental doku oksijen satürasyonundaki ihmal edilebilecek kadar küçük değişiklikler yapmış olması çalışmamızda plasental oksijen satürasyonu ile pH değeri arasında korelasyon olmamasını açıklayabilir [86].

Kawamura ve arkadaşları $[HbO_2/(HbO_2+Hb)] \times 100$ (yüzde olarak) formülüne göre hesapladıkları doku oksijenlenme indeksi (TOI) değerlerini doğumun üçüncü evresi tamamlandıktan hemen sonra da hesaplamıştır ve zaman ilerledikçe TOI değerlerinde azalma olduğunu göstermiştir (5 dakika sonra TOI değerinin %70'lerden %40'lara düşmesi). Gösterilen bu sonuç NIRS ölçümleri vasıtasıyla elde edilen TOI değerlerinin plasental oksijenlenmenin indirekt bulgusu olduğuna işaret etmektedir [63]. Fetal hareketlerden ötürü fetal oksijen dinamiklerinin non-invazif olarak temin edilmesi zor olsa da plaseenta hareketsiz olduğundan ötürü plasentanın TOI değeri daha kolay elde edilebilmektedir [63]. Bu bilgileri göz önüne olarak yaptığımız çalışmamızda, hem hasta tabanlı bulgularda ($p=0,850$) hem de ölçüm tabanlı bulgularda ($p=0,213$) NIRS ortalama plasental oksijen saturasyonları ve elde edilen fetal pH değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklara ulaşamamıştır. Ölçümlerde elde edilen NIRS ortalama plasental oksijen saturasyonları ile Apgar 5. Dakika skorları arasında korelasyon saptanmıştır ($p=0,043$) ancak bu da zayıf bir korelasyondur (korelasyon katsayısı=0,091), daha büyük hasta popülasyonunda çalışmanın tekrarlanması gerektirir.

Kakogawa ve arkadaşları gebelik ilişkili hipertansiyonu bulunan, erken doğum tehdidi olan ve fetal gelişme geriliği olan gebelerde yaptıkları NIRS ölçümlerinde elde ettikleri TOI değerlerinin komplikasyonsuz gebelerde elde ettikleri TOI değerlerinden istatistiksel anlamlı olarak daha yüksek olduğunu bulmuştur. Bu durumun gebelik ilişkili hipertansiyonun ve fetal gelişme geriliğinin uteroplasental yetmezliğe bağlı oluşan problemlerden kaynaklı olması sonucunda olduğunu düşündürmüştür [68]. Maternal-fetal-plasental ünite arasında yer alan villüslerdeki disfonksiyona bağlı olarak anneden bebeğin kanına doğru gerçekleşen oksijen transferi bozulmuş olabilir, bu sebepten dolayı da intervillöz boşluklarda oluşan artmış oksijen konsantrasyonu daha yüksek TOI değerlerine yol açmış olabilir. NIRS ölçümleriyle elde edilen TOI değerleri villöz veya plasental fonksiyonunun belirteci olabilir [68]. Çalışmamızdaki dışlama kriterleri arasında maternal ve/ya fetal komorbidite bulunması yer almaktadır, bundan dolayı gebelik ilişkili hipertansiyonu bulunan, erken doğum tehdidi olan ve fetal gelişme geriliği olan gebeler çalışmamıza dahil edilmemiştir. Ancak bizim çalışmamızda Kakogawa ve arkadaşlarının sonucundan farklı olarak kötü fetal sonucu olan ($pH \leq 7,20$ ve/ya 5. dakika Apgar skoru < 7) gebelerden elde edilen NIRS ölçümleri

ile iyi fetal sonucu olan ($pH > 7,20$ ve/ya 5. dakika APGAR skoru > 7) gebeler arasında anlamlı bir fark izlenmemiştir ($p=0,850$) ($p=0,514$).

Kakogawa ve arkadaşları ile Kawamura ve arkadaşlarının çalışmalarının aksine Razem ve arkadaşları ek hastalığı olmayan 50 gebe üzerinde doğumun ikinci evresi esnasında CTG ile eş zamanlı yaptıkları NIRS ölçümlerinden elde ettikleri NIRS değerinin $\geq 5\%$ fazlasında 15-180 saniye süre boyunca meydana gelen plasental deoksijenlenme durumları ile fetal asidozun ilişkili olduğunu göstermiştir [60, 63, 87]. Bahsi geçen çalışma literatürde travay esnasında CTG trasesi ile plasental deoksijenlenme durumunu ölçen ilk ve tek çalışmadır, Mozurkewich ve arkadaşlarının yaptığı derlemede fetal değerlendirme için travay esnasında EFM ile eş zamanlı NIRS değerlendirmesinin olduğu çalışmaların yetersiz olduğu izlenmiştir [88]. Bizim çalışmamızda ise NIRS deoksijenlenme sayısı ile hastalardan elde edilen pH değeri ($p=0,805$), Apgar 5.dakika skoru ($p=0,393$) ve sezaryen ile doğum müdahalesine gidilmesi ($p=0,257$) arasında bir korelasyon saptanmamıştır. Hasta üzerinden değil de 20 dakikalık periyotlarda yapılan CTG kategorizasyonu ve NIRS ölçümleri ile yapılan değerlendirmede de NIRS deoksijenlenme sayısı ile pH değeri ($p=0,168$) ve Apgar 5.dakika skoru ($p=0,176$) arasında korelasyon saptanmamıştır; sezaryen ile doğum müdahalesine gidilmesi ($p=0,006$) arasında zayıf bir korelasyon mevcuttur (Cramer's V korelasyon katsayısı=0,123).

Razem ve arkadaşları çalışmalarında yenidoğan asidozu için plasental NIRS ölçümünün prediktif değerinin hem klasik ROC eğrisinde hem de bilgisayar tabanlı sınıflandırma değerlendirmesinde CTG'ye üstün olduğunu saptamıştır [87]. Buna karşı bizim çalışmamızda NIRS ortalama oksijen satürasyonu ile CTG kategorilendirilmesi ($p=0,354$) ve NIRS deoksijenlenme sayısı ile CTG kategorilendirilmesi ($p=0,064$) arasında herhangi bir korelasyon saptanmamıştır. Ayrıca, Razem ve arkadaşlarının çalışmasından farklı olarak, çalışmamızda tek başına NIRS ile plasental oksijen satürasyonunun değerlendirilmesine ek olarak NIRS plasental oksijen satürasyonu ve CTG traselerinin birlikte değerlendirilmesi de yapılmıştır ve ikisinin birlikte yapıldığı değerlendirmede de istatistiksel olarak anlamlı ve/ya CTG kategorizasyonunun fetal sonucu öngörme gücünü artırdığına veya azalttığına yönelik bir sonuca varılamamıştır [87]. İki çalışma da bu alandaki öncü

çalışmalardan olduğu için benzer dahil edilme ve dışlanma kriterleri ile benzer veya aynı yöntemle çalışmaların tekrarlanması önerilebilir.

Eksternal fetal monitorizasyon internal fetal monitorizasyonla kıyaslandığında daha az güvenilirdir. Sinyal kaybının olması, maternal kalp atım hızının kaydedilmesi veya özellikle doğumun ikinci aşamasında diğer sinyal bozukluklarına bağlı olarak traselerin oluşturulması olasıdır [89]. Çalışmamızdan 64 tane gebenin çıkarılmasının sebepleri şunlardır: CTG traselerinde sinyal kaybı görmemiz, kayıtlar esnasında maternal kalp atımlarının kaydedildiğini fark etmemiz ve NIRS cihazında sinyal kesintilerinin ve kayıplarının bulunmasıdır. Travay esnasında hastaların hareketsiz kalamayacağı ve kontraksiyonlarla eş zamanlı olarak ıkmının gerçekleştiği düşünüldüğünde benzer çalışmalar yapıldığında önerimiz FKA'nın travay süresince sürekli monitorizasyonuna ek eş zamanlı maternal kalp atım hızlarının monitorize edilmesi veya sık aralıklarla maternal nabza bakılması ya da FKA'nın stetoskop vasıtasıyla oskültasyonudur.

EFM membran rüptürüne sebebiyet vermemesi açısından internal fetal monitorizasyona (IFM) üstün olsa da sinyal kayıplarının fazlalığından ve doğumun ikinci evresinde kontraksiyonlar sebepli akselerasyonların daha fazlaymış deselerasyonların daha azmış gibi tanımlanmasından ötürü sonraki çalışmalarda önerimiz EFM, IFM ve NIRS oksijenlenme ölçümlerinin eş zamanlı gerçekleştirilerek karşılaştırılmasıdır, bu sayede özellikle maternal komorbiditesi ve/ya fetal anormallığı bulunan gebeliklerde fetal hipoksinin algılanması ve erken müdahale edilmesi açısından yararlılığının değerlendirilmesi faydalı olacaktır [15, 90].

Pello ve arkadaşları gözlemciler arasında (*interobserver*) ve gözlemciler içerisinde (*intraobserver*) variabiliteyi objektif olarak değerlendirebilmek adına term 394 gebe üzerinde EFM takibi ve umbilikal venöz kan gazı analizlerini değerlendirmiştir. EFM değerlendirilirken bazale göre FKA deselerasyon süreleri ve uzun dönem variabilite için ise bir bazal FKA'dan diğer bazal FKA'ya kadar geçen ortalama süreler dikkate alınmıştır. Sonucunda fetal distressin tanısı ile şiddetli fetal asidemi arasında ilişki bulunamamıştır [91]. Benzer şekilde, çalışmamızda da 15 CTG kategori 3 trasesi bulunan hastanın 13'ünde (%86,67) umbilikal kan gazındaki pH değeri >7,20 olarak bulunmuştur.

CTG monitorizasyonuna başlanıldığında, 'kağıt hızı'nın 3 cm/dk'ye ayarlanması –çoğu ülkede 1 cm/dk, Avrupa ülkelerinin bazılarında 2 cm/dk, Amerika Birleşik Devletleri'nde 3 cm/dk'dir. FKA variabilitesinin doğru öngörülmesi ve deselerasyonların süresi ile derinliliğinin iyi tanımlanabilmesi açısından önemlidir [46]. Bizim çalışmamızda kâğıt hızının 1 cm/dk olması CTG kategorizasyonunda önemli olan variabilitenin iyi tanımlanamamasına neden olmuş olabilir.

Brocato ve arkadaşları 337 hastada yaptıkları çalışmada gebelerin vücut kitle indeksleri (VKİ) ile EFM'nin gerçekleştirilemediği süre açısından karşılaştırma yaptıklarında EFM yapılamayan süre yüzdesi ile VKİ arasında anlamlı bir ilişkinin olduğunu ($p < 0,0001$) ve monitorize edilemeyen ortalama yüzdenin VKİ < 30 olan grup için %5,00, VKİ ≥ 30 ve < 40 olan grup için %7,00 ve VKİ > 40 olan grupta ise %11,00 olduğunu görmüştür. Bu da EFM'nin obezitesi olan gebelerde kullanımının kısıtlandığını göstermektedir [15, 92]. Bizim çalışmamızda da dahil edilme kriterleri arasında subkutan yağ dokunun $< 4,5$ cm olması yer almaktadır, bu EFM'nin devamlı ölçüm süresini artırmak ve de NIRS cihazının dalga boyunun plasental oksijenlenme satürasyonunu ölçebileceği mesafeye ulaşımını temin etmek içindir. Çalışmamızın subkutan yağ dokusu $> 4,5$ cm olan gebelerde yapılması mevcut NIRS cihazı ile mümkün değildir. NIRS cihazı ile ilgili bir diğer kısıtlılık da ışığın ilerlediği yol üzerinde karşılaştığı maternal abdominal duvar ve uterin duvardaki kan akışı, uterin kontraksiyonlar ve intravillöz fetal kan akımının dalga boyunun dokuda yaptığı ölçümü etkileyip etkilemediğinin henüz bilinmemesidir [93].

Çalışmamızın tekrarlanabilmesi için dahil edilen gebelerin plasentalarının posterior yerleşimli olmaması NIRS cihazının dalga boyu içerisinde oksijen satürasyonlanmasını ölçerken direkt plasental dokudan ölçümü alabilmesi açısından önemlidir. 474 kadınla yapılan bir çalışmada gösterildiği üzere gebelerin plasentalarının %46,00'sı fundal yerleşimli, %28,00'i anterior yerleşimli ve %26,00'si posterior yerleşimlidir [94]. Bu da benzer bir çalışmanın gebelerin yaklaşık dörtte üçünde tekrarlanabileceği anlamına gelmektedir.

Çalışmamızda plasentanın küçük bir kısmından ölçüm alınmıştır. Kawamura ve arkadaşları uterusun farklı noktalarından aldıkları NIRS ölçümlerinde TOI değerlerinin farklı ölçüm noktalarında farklı değerler aldığını göstermiştir [63]. Aldığımız ölçüm(ler) plasentanın tamamının oksijenlenme satürasyonunu

göstermemektedir. Bundan ötürü, NIRS cihazı ile elde edilen oksijen satürasyon verisi ile postpartum veya postoperatif dönemde plasentanın histopatolojik olarak incelenmesi ile karşılaştırılması ve sonucunda alınan ölçümlerin plasentanın global oksijenlenme durumu ile karşılaştırılması adına önemlidir [60].

Çalışmamızda kullandığımız Edan Cadence marka Fetal Monitör/NST cihazının ve problarının maliyeti güncel olarak 18500 TL'dir. Covidien INVOS NIRS cihazına uyumlu 5100C Cerebral/Somatic Oximeter maliyeti 129800 TL ve tek kullanımlık bir adet yetişkin NIRS probunun maliyeti 648 TL'dir. Bu açıdan NIRS cihazının klinik olarak rutin kullanıma geçmesi elde ettiğimiz sonuçlar ve yüksek maliyet göz önüne alındığında mümkün gözükmemektedir.

Kategori 2 CTG traseleri izlendiğinde, tüm gebelerde öncelikle maternal sola lateralizasyon ve 3-4 L/dk maske ile O₂ solutulması kliniğimizdeki rutin bir uygulamadır. O₂ ile müdahale durumunun da bundan sonra yapılacak çalışmalarda hangi zaman aralıklarında ne kadar süre boyunca uygulandığı ve bunun hem NIRS ölçümlerine hem de fetal sonuca etkisi olup olmadığı, varsa ne kadar etkisinin olduğunun araştırılması önerilmektedir.

6. SONUÇLAR

Doğum eyleminin aktif fazında, travay süresince fetal iyilik halinin takibinde güncel pratikte en çok kullanılan yöntem olan sürekli kardiyotokografi ile fetal kalp atım hızının takibinin fetal sonucu öngörmeye gücünün zayıf olduğu literatürle uyumlu olarak çalışmamızda kanıtlanmıştır. CTG takibinin öngörüsünü artırmak veya CTG takibine alternatif non-invazif method olarak NIRS ile plasental oksijen saturasyonu ölçümünün klinik pratikte uygulanabilir bir yöntem olabilirdiğine dair tasarladığımız NIRS ölçümünün tek başına ve/ya CTG ile birlikte fetal iyilik halinin değerlendirilmesinde ve fetal sonucu öngörmesinde (umbilikal kan gazı pH değeri, 5. dakika Apgar skoru ve sezaryen ile doğumun gerçekleştirilmesi parametreleri değerlendirmeye alınarak) öngörüü artıran bir yöntem olmadığı saptanmıştır. Daha etkin olabilecek, maliyeti daha düşük, daha büyük hasta popülasyonlarında uygulanarak etkinliği gösterilecek alternatif yöntemlerin araştırılması önerilir.

7. KAYNAKLAR

1. Beard, R., et al., *The significance of the changes in the continuous fetal heart rate in the first stage of labour*. BJOG: An International Journal of Obstetrics & Gynaecology, 1971. **78**(10): p. 865-881.
2. Arnold, K.C. and C.J. Flint, *Intrapartum fetal heart rate monitoring: nomenclature, interpretation, and general management principles*, in *Obstetrics Essentials*. 2017, Springer. p. 101-107.
3. Cunningham, F.G., et al., *Normal Labor*, in *Williams Obstetrics, 25e*. 2018, McGraw-Hill Education: New York, NY.
4. Friedman, E.A., *The graphic analysis of labor*. American Journal of Obstetrics & Gynecology, 1954. **68**(6): p. 1568-1575.
5. Caughey, A.B., et al., *Safe prevention of the primary cesarean delivery*. American journal of obstetrics and gynecology, 2014. **210**(3): p. 179-193.
6. FRIEDMAN, E.A. and M.R. SACHTLEBEN, *Amniotomy and the course of labor*. Obstetrics & Gynecology, 1963. **22**(6): p. 755-770.
7. Chelmow, D., S.J. Kilpatrick, and R.K. Laros Jr, *Maternal and neonatal outcomes after prolonged latent phase*. Obstetrics and gynecology, 1993. **81**(4): p. 486-491.
8. Friedman, E.A., *An objective approach to the diagnosis and management of abnormal labor*. Bulletin of the New York Academy of Medicine, 1972. **48**(6): p. 842.
9. Ea, F., *Primigravid labor; a graphicostatistical analysis*. Obstetrics and Gynecology, 1955. **6**(6): p. 567-589.
10. Hendricks, C.H. and W.E. Brenner, *Cardiovascular effects of oxytocic drugs used post partum*. American Journal of Obstetrics and Gynecology, 1970. **108**(5): p. 751-760.
11. Zhang, J., et al., *Contemporary patterns of spontaneous labor with normal neonatal outcomes*. Obstetrics and gynecology, 2010. **116**(6): p. 1281.
12. Kilpatrick, S.J. and R.K. Laros Jr, *Characteristics of normal labor*. Obstetrics and gynecology, 1989. **74**(1): p. 85-87.
13. Carlhäll, S., K. Källén, and M. Blomberg, *Maternal body mass index and duration of labor*. European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology, 2013. **171**(1): p. 49-53.
14. Cunningham, F.G., et al., *Cesarean Delivery and Peripartum Hysterectomy*, in *Williams Obstetrics, 25e*. 2018, McGraw-Hill Education: New York, NY.
15. Cunningham, F.G., et al., *Intrapartum Assessment*, in *Williams Obstetrics, 25e*. 2018, McGraw-Hill Education: New York, NY.
16. Neilson Jr, D.R., R.K. Freeman, and S. Mangan, *Signal ambiguity resulting in unexpected outcome with external fetal heart rate monitoring*. American journal of obstetrics and gynecology, 2008. **198**(6): p. 717-724.
17. Abdulhay, E., et al., *Non-invasive fetal heart rate monitoring techniques: review article*. Biomedical Science and Engineering, 2014. **2**: p. 53-67.
18. Nageotte, M.P., *Intrapartum Fetal Surveillance*, in *Creasy and Resnik's Maternal-Fetal Medicine: Principles and Practice*. 2019. p. 564-582.
19. MD, M.P.N., *Intrapartum Fetal Surveillance*, in *Creasy and Resnik's Maternal-Fetal Medicine: Principles and Practice*. 2019.

20. Mendez-Bauer, C., et al., *Effects of atropine on the heart rate of the human fetus during labor*. American journal of obstetrics and gynecology, 1963. **85**(8): p. 1033-1053.
21. de Haan, J., et al., *The significance of short term irregularity in the fetal heart rate pattern*. Perinatale Medizin, 1973. **4**.
22. Schifferli, P., *Effects of atropine and beta adrenergic drugs on the heart rate of the human fetus*. Fetal Pharmacology, 1973. **264**.
23. Hanson, M., *The importance of baro- and chemoreflexes in the control of the fetal cardiovascular system*. Journal of developmental physiology, 1988. **10**(6): p. 491-511.
24. Nijhuis, J., et al., *Are there behavioural states in the human fetus?* Early human development, 1982. **6**(2): p. 177-195.
25. Anderson, P., et al., *The effect of heart rate on in utero left ventricular output in the fetal sheep*. The Journal of physiology, 1986. **372**(1): p. 557-573.
26. Blackwell, S.C., et al., *Interobserver and intraobserver reliability of the NICHD 3-tier fetal heart rate interpretation system*. American journal of obstetrics and gynecology, 2011. **205**(4): p. 378. e1-378. e5.
27. Robinson, B., *A review of NICHD standardized nomenclature for cardiotocography: the importance of speaking a common language when describing electronic fetal monitoring*. Reviews in Obstetrics and Gynecology, 2008. **1**(2): p. 56.
28. Parer, J.T., T. Ikeda, and T.L. King, *The 2008 National Institute of Child Health and Human Development report on fetal heart rate monitoring*. Obstetrics & Gynecology, 2009. **114**(1): p. 136-138.
29. Pillai, M. and D. James, *The development of fetal heart rate patterns during normal pregnancy*. Obstetrics and gynecology, 1990. **76**(5 Pt 1): p. 812-816.
30. Hon, E. and E. Quilligan, *The classification of fetal heart rate. II. A revised working classification*. Connecticut medicine, 1967. **31**(11): p. 779-784.
31. Nageotte, M.P., *Intrapartum Fetal Surveillance*, in *Creasy and Resnik's Maternal-Fetal Medicine: Principles and Practice*. 2019. p. 573.
32. F. G. Cunningham, K.J.L., S. L. Bloom, J. S. Dashe, B. L. Hoffman, B. M. Casey, et al., *Fetal Therapy*, in *Williams Obstetrics*. 2018.
33. F. G. Cunningham, K.J.L., S. L. Bloom, J. S. Dashe, B. L. Hoffman, B. M. Casey, et al., *Fetal Assessment*, in *Williams Obstetrics*. 2018.
34. Obstetricians, A.C.o. and Gynecologists, *ACOG practice bulletin. Clinical management guidelines for obstetrician-gynecologists, number 70, December 2005 (replaces practice bulletin number 62, May 2005). Intrapartum fetal heart rate monitoring*. Obstetrics and gynecology, 2005. **106**(6): p. 1453-1460.
35. Parer, J.T., *Handbook of fetal heart rate monitoring*. 1997: Saunders.
36. Martin Jr, C., et al., *Mechanisms of late decelerations in the fetal heart rate: a study with autonomic blocking agents in fetal lambs*. European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology, 1979. **9**(6): p. 361-373.
37. Parer, J., T. Krueger, and J. Harris, *Fetal oxygen consumption and mechanisms of heart rate response during artificially produced late decelerations of fetal heart rate in sheep*. American Journal of Obstetrics and Gynecology, 1980. **136**(4): p. 478-482.

38. Harris, J., T. Krueger, and J. Parer, *Mechanisms of late decelerations of the fetal heart rate during hypoxia*. American journal of obstetrics and gynecology, 1982. **144**(5): p. 491-496.
39. Jeżewski, J., et al., *Inconsistency in evaluation of clinical patterns in fetal heart rate waveforms*. Journal of Medical Informatics & Technologies, 2002. **4**.
40. Paul, R.H., et al., *Clinical fetal monitoring: VII. The evaluation and significance of intrapartum baseline FHR variability*. American journal of obstetrics and gynecology, 1975. **123**(2): p. 206-210.
41. Krebs, H., et al., *Intrapartum fetal heart rate monitoring: I. Classification and prognosis of fetal heart rate patterns*. American Journal of Obstetrics and Gynecology, 1979. **133**(7): p. 762-772.
42. Nelson, K.B., et al., *Uncertain value of electronic fetal monitoring in predicting cerebral palsy*. New England Journal of Medicine, 1996. **334**(10): p. 613-619.
43. Macones, G.A., et al., *The 2008 National Institute of Child Health and Human Development workshop report on electronic fetal monitoring: update on definitions, interpretation, and research guidelines*. Journal of Obstetric, Gynecologic, & Neonatal Nursing, 2008. **37**(5): p. 510-515.
44. Murata, Y., et al., *Experimentally produced sinusoidal fetal heart rate pattern in the chronically instrumented fetal lamb*. American journal of obstetrics and gynecology, 1985. **153**(6): p. 693-702.
45. Garite, T.J., et al., *Fetal heart rate patterns and fetal distress in fetuses with congenital anomalies*. Obstetrics and Gynecology, 1979. **53**(6): p. 716-720.
46. Pinas, A. and E. Chandrachan, *Continuous cardiotocography during labour: Analysis, classification and management*. Best practice & research Clinical obstetrics & gynaecology, 2016. **30**: p. 33-47.
47. Gibb D, A.S., *Fetal monitoring in practice*. Elsevier. 2008.
48. Clark, S.L. and G.D. Hankins, *Temporal and demographic trends in cerebral palsy—fact and fiction*. American journal of obstetrics and gynecology, 2003. **188**(3): p. 628-633.
49. Obstetricians, A.C.o. and Gynecologists, *Antepartum Fetal Surveillance: ACOG Practice Bulletin, Number 229*. Obstetrics and gynecology, 2021. **137**(6): p. e116-e127.
50. Freeman, R.K., G. Anderson, and W. Dorchester, *A prospective multi-institutional study of antepartum fetal heart rate monitoring: I. Risk of perinatal mortality and morbidity according to antepartum fetal heart rate test results*. American journal of obstetrics and gynecology, 1982. **143**(7): p. 771-777.
51. Miller, D.A., Y.A. Rabello, and R.H. Paul, *The modified biophysical profile: antepartum testing in the 1990s*. American journal of obstetrics and gynecology, 1996. **174**(3): p. 812-817.
52. Manning, F., et al., *Fetal assessment based on fetal biophysical profile scoring: In 19,221 referred high-risk pregnancies: II: An analysis of false-negative fetal deaths*. American journal of obstetrics and gynecology, 1987. **157**(4): p. 880-884.

53. Evertson, L.R., et al., *Antepartum fetal heart rate testing: I. Evolution of the nonstress test*. American Journal of Obstetrics and Gynecology, 1979. **133**(1): p. 29-33.
54. Staisch, K., J. Westlake, and R. Bashore, *Blind oxytocin challenge test and perinatal outcome*. American journal of obstetrics and gynecology, 1980. **138**(4): p. 399-403.
55. Donker, D.K., H.P. van Geijn, and A. Hasman, *Interobserver variation in the assessment of fetal heart rate recordings*. European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology, 1993. **52**(1): p. 21-28.
56. Jr., C.B.M., *Electronic fetal monitoring: a brief summary of its development, problems and prospects*. European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology, 1998. **78**(2): p. 133-140.
57. Parer, J.T. and T. King, *Fetal heart rate monitoring: is it salvageable?* American journal of obstetrics and gynecology, 2000. **182**(4): p. 982-987.
58. Ayres-de-Campos, D., et al., *Knowledge of adverse neonatal outcome alters clinicians' interpretation of the intrapartum cardiotocograph*. BJOG: An International Journal of Obstetrics & Gynaecology, 2011. **118**(8): p. 978-984.
59. AC Guyton, J.H., *Textbook of Medical Physiology*. 10th ed. 2000, Philadelphia: Saunders.
60. Jun Kakogawa, K.S., Ei Ho, Naohiro Kanayama, *Transabdominal Measurement of Oxygenation of the Placenta by Near-Infrared Spectroscopy*. Seminars in thrombosis and hemostasis, 2005. **31**(3): p. 297-301.
61. Jöbbsis, F.F., *Noninvasive, infrared monitoring of cerebral and myocardial oxygen sufficiency and circulatory parameters*. Science, 1977. **198**(4323): p. 1264-1267.
62. Ghosh, A., C. Elwell, and M. Smith, *Cerebral near-infrared spectroscopy in adults: a work in progress*. Anesthesia & Analgesia, 2012. **115**(6): p. 1373-1383.
63. Takakazu Kawamura, J.K., Yasutaka Takeuchi, Satoko Takani, Satoshi Kimura, Tomizou Nishiguchi, Motoi Sugimura, Kazuhiro Sumimoto, Naohiro Kanayama, *Measurement of Placental Oxygenation by Transabdominal Near-Infrared Spectroscopy*. American Journal of Perinatology, 2007. **24**(3): p. 161-166.
64. Donald M. Peebles, A.D.E., John S. Wyatt, Anthony P. Bishop, Mark Cope, David T. Delpy, E. Osmund R. Reynolds, *Changes in human fetal cerebral hemoglobin concentration and oxygenation during labor measured by near-infrared spectroscopy*. American Journal of Obstetrics and Gynecology, May 1992. **166**(5): p. 1369-1373.
65. Nirmala Ramanujam, G.V., Andreas H. Hielscher, Martha E. Rode, Iraj Forouzan, Britton Chance, *Photon migration through fetal head in utero using continuous wave, near infrared spectroscopy: clinical and experimental model studies*. Journal of Biomedical Optics, April 2000. **5**(2).
66. Chakravarti, S., S. Srivastava, and A.J. Mittnacht. *Near infrared spectroscopy (NIRS) in children*. in *Seminars in cardiothoracic and vascular anesthesia*. 2008. SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA.

67. Nurani, R., et al., *Misidentification of maternal heart rate as fetal on cardiotocography during the second stage of labor: the role of the fetal electrocardiograph*. *Acta obstetrica et gynecologica scandinavica*, 2012. **91**(12): p. 1428-1432.
68. Jun Kakogawa, N.K., *Application of Near-Infrared Spectroscopy for the Evaluation of Placental Oxygenation*. *The Open Medical Devices Journal*, 2012. **4**: p. 22-27.
69. Winkler, C.L., et al., *Neonatal complications at term as related to the degree of umbilical artery acidemia*. *American journal of obstetrics and gynecology*, 1991. **164**(2): p. 637-641.
70. Thorp, J.A., et al., *Routine umbilical cord blood gas determinations?* *American journal of obstetrics and gynecology*, 1989. **161**(3): p. 600-605.
71. Wihle, J.L., et al., *The clinical use of umbilical cord acid-base determinations in perinatal surveillance and management*. *Clinics in perinatology*, 1982. **9**(2): p. 387-397.
72. Harris, M., et al., *Umbilical cord blood gas analysis at the time of delivery*. *Midwifery*, 1996. **12**(3): p. 146-150.
73. Cantu, J., et al., *Predicting fetal acidemia using umbilical venous cord gas parameters*. *Obstetrics & Gynecology*, 2014. **124**(5): p. 926-932.
74. Myers, R.E., *Two patterns of perinatal brain damage and their conditions of occurrence*. *American journal of obstetrics and gynecology*, 1972. **112**(2): p. 246-276.
75. Blair, E. and F.J. Stanley, *Intrapartum asphyxia: a rare cause of cerebral palsy*. *The Journal of pediatrics*, 1988. **112**(4): p. 515-519.
76. Parer, J., et al., *Fetal acidemia and electronic fetal heart rate patterns: is there evidence of an association?* *The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine*, 2006. **19**(5): p. 289-294.
77. Samueloff, A., et al., *Is fetal heart rate variability a good predictor of fetal outcome?* *Acta obstetrica et gynecologica Scandinavica*, 1994. **73**(1): p. 39-44.
78. Berkus, M., et al., *Electronic fetal monitoring, what's reassuring?* *Acta obstetrica et gynecologica Scandinavica*, 1999. **78**(1): p. 15-21.
79. Thacker, S.B., D.F. Stroup, and H.B. Peterson, *Efficacy and safety of intrapartum electronic fetal monitoring: an update*. *Obstetrics & Gynecology*, 1995. **86**(4): p. 613-620.
80. Sato, M., et al., *3D power Doppler ultrasound assessment of placental perfusion during uterine contraction in labor*. *Placenta*, 2016. **45**: p. 32-36.
81. Murkin, J.M. and M. Arango, *Near-infrared spectroscopy as an index of brain and tissue oxygenation*. *British journal of anaesthesia*, 2009. **103**(suppl_1): p. i3-i13.
82. Ward, K.R., et al., *Near infrared spectroscopy for evaluation of the trauma patient: a technology review*. *Resuscitation*, 2006. **68**(1): p. 27-44.
83. Loubert, C., et al., *The use of Invos™ somatic oximetry to measure variations in placental tissue oxygenation in laboring healthy term parturients with epidural analgesia: an observational study*. *Medical Devices (Auckland, NZ)*, 2017. **10**: p. 253.

84. Fairlie, F., G. Lang, and C. Sheldon, *Umbilical artery flow velocity waveforms in labour*. BJOG: An International Journal of Obstetrics & Gynaecology, 1989. **96**(2): p. 151-157.
85. Brar, H.S., et al., *Qualitative assessment of maternal uterine and fetal umbilical artery blood flow and resistance in laboring patients by Doppler velocimetry*. American journal of obstetrics and gynecology, 1988. **158**(4): p. 952-956.
86. Wilkening, R.B. and G. Meschia, *Fetal oxygen uptake, oxygenation, and acid-base balance as a function of uterine blood flow*. American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology, 1983. **244**(6): p. H749-H755.
87. Ražem, K., et al., *Near-infrared spectroscopy of the placenta for monitoring fetal oxygenation during labour*. Plos one, 2020. **15**(4): p. e0231461.
88. Mozurkewich, E.L. and F.M. Wolf, *Near-infrared spectroscopy for fetal assessment during labour*. Cochrane Database of Systematic Reviews, 2000(3).
89. Murray, M., *Antepartal and intrapartal fetal monitoring*. Vol. 106. 2006: Springer Publishing Company.
90. Nunes, I., et al., *Differences between external and internal fetal heart rate monitoring during the second stage of labor: a prospective observational study*. Journal of Perinatal Medicine, 2014. **42**(4): p. 493-498.
91. Paneth, N., M. Bommarito, and J. Stricker, *Electronic fetal monitoring and later outcome*. Clinical and Investigative medicine. Medecine Clinique et Experimentale, 1993. **16**(2): p. 159-165.
92. Brocato, B., et al., *Obesity's impact on intrapartum electronic fetal monitoring*. The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine, 2019. **32**(1): p. 92-94.
93. Hasegawa, J., et al., *Evaluation of placental function using near infrared spectroscopy during fetal growth restriction*. 2010.
94. Zia, S., *Placental location and pregnancy outcome*. Journal of the Turkish German Gynecological Association, 2013. **14**(4): p. 190.