

Aus der Klinik für Geburtsmedizin
der Medizinischen Fakultät Charité – Universitätsmedizin Berlin

DISSERTATION

Inzidenz und Einflussfaktoren der offenen Uterusruptur

zur Erlangung des akademischen Grades

Doctor medicinae (Dr. med.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät

Charité – Universitätsmedizin Berlin

von Alisa Kästner

aus Berlin

Datum der Promotion: 26. Juni 2022

Vorwort

Teilaspekte der vorliegenden Arbeit wurden vor Abschluss des Promotionsverfahrens publiziert:

1. **Kästner A**, Dimitrova D, Richter R, Schwickert A, Henrich W, Braun, T, Inzidenz und Einflussfaktoren einer offenen Uterusruptur, 29. Deutscher Kongress für Perinatale Medizin (DGPM), 2019, ePoster Sitzung 1.5: Risikofaktoren in der Schwangerschaft und Stillzeit, ID: 125

Inhaltsverzeichnis

Abstrakt	10
Abstract	12
1. Einleitung	14
1.1. Sectio	16
1.1.1. Indikationen	16
1.1.2. Komplikationen nach Sectio	18
1.1.3. Versuch der vaginalen Geburt nach vorangegangener Sectio (TOLAC)	19
1.2. Uterusruptur	21
1.2.1. Ätiologie	21
1.2.1. Risikofaktoren	21
1.2.2. Klinik und Therapie	24
1.2.3. Outcome	25
1.3. Fragestellung	25
2. Methodik	27
2.1. Studiendesign und Auswahl des Patientenkollektivs	27
2.2. Definition der Gruppen	28
2.3. Datenerhebung	29
2.4. Statistische Auswertung	33
3. Ergebnisse	35
3.1. Inzidenz der Uterusruptur	35
3.2. Unterschiede zwischen offener und gedeckter Uterusruptur	36
3.2.1. Patientencharakteristika	36
3.2.2. Geburtshilfliche Anamnese	37
3.2.3. Schwangerschaftsverlauf und -risiken	38
3.2.4. Geburtsmodus und -verlauf	39
3.2.5. Outcome	40
3.3. Multivariate Risikofaktoranalyse für eine offene Uterusruptur	42
3.4. Einfluss des geplanten Geburtsmodus (TOLAC vs. ERCD)	44
3.4.1. Patientencharakteristika	44
3.4.2. Geburtshilfliche Anamnese	45
3.4.3. Schwangerschaftsverlauf und -risiken	46
3.4.4. Geburtsmodus und -verlauf	46

3.4.5. Outcome	48
3.5. Unterschiede zwischen Uterusruptur und Kontrollgruppe	50
3.5.1. Auswertung Uterusruptur- vs. Kontrollgruppe	50
3.5.2. Patientencharakteristika	50
3.5.3. Geburtshilfliche Anamnese.....	50
3.5.4. Schwangerschaftsverlauf und -risiken	51
3.5.5. Geburtsmodus und -verlauf	51
3.5.6. Outcome	52
3.6. Fälle mit spontaner Uterusruptur.....	53
3.7. Fälle mit Mehrfach-Rupturen.....	55
4. Diskussion.....	57
4.1. Inzidenz	57
4.2. Uterusruptur vs. Kontrollgruppe	58
4.3. Offene vs. gedeckte Uterusruptur	62
4.4. TOLAC vs. ERCD bei Uterusruptur.....	67
4.5. Stärken und Limitationen der Studie	70
5. Zusammenfassung	72
Literaturverzeichnis	74
Eidesstattliche Versicherung	82
Anteilerklärung an etwaigen erfolgten Publikationen.....	83
Lebenslauf.....	84
Publikationsliste	84
Danksagung	86

Abkürzungsverzeichnis

CTG *Kardiotokogramm*

ERCD *"Elective repeat cesarean delivery", Elektive Re-Sectio*

ICSI *Intrazytoplasmatische Spermieninjektion*

IVF *In-vitro-Fertilisation*

KI *Konfidenzintervall*

OR *Odds Ratio*

PAS *Plazenta accreta Spektrum*

PDA *Periduralanästhesie*

SSW *Schwangerschaftswoche(n)*

TOLAC *"Trial of labor after cesarean", Versuch der vaginalen Geburt nach vorangegangener Sectio*

UUS *Unteres Uterinsegment*

VBAC *"Vaginal birth after cesarean", Vaginale Geburt nach vorangegangener Sectio*

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 - Internationaler Vergleich der Sectio-Raten	15
Abbildung 2 - PRISMA Diagramm zur Auswahl des Patientenkollektivs	28
Abbildung 3 - Inzidenz der Uterusruptur in Prozent zwischen 2005 und 2017	35

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 - Robson Kriterien	18
Tabelle 2 - Übersicht der Risikofaktoren für eine Uterusruptur	24
Tabelle 3 - Übersicht der erhobenen Daten von Frauen mit Uterusruptur	31
Tabelle 4 - Definitionen einzelner erhobener Parameter	32
Tabelle 5 - Patientencharakteristika im Vergleich zwischen offener und gedeckter Ruptur	36
Tabelle 6 - Übersicht zu Graviditäten vor Auftreten der Uterusruptur zwischen offener und gedeckter Ruptur.....	37
Tabelle 7 - Schwangerschaftsanamnestiche Daten und -Risiken im Vergleich zwischen offener und gedeckter Ruptur.....	38
Tabelle 8 - Charakteristika zu Geburtsmodus und -verlauf im Vergleich zwischen offener und gedeckter Ruptur.....	39
Tabelle 9 - Maternales Outcome nach offener und gedeckter Uterusruptur	40
Tabelle 10 - Fetale Outcome-Parameter bei Einlingen im Vergleich zwischen offener und gedeckter Ruptur.....	41
Tabelle 11 - multivariate Risikofaktoranalyse für eine offene Uterusruptur.....	43
Tabelle 12 - Patientencharakteristika im Vergleich zwischen TOLAC und ERCD	44
Tabelle 13 - Übersicht zu Graviditäten vor Auftreten der Uterusruptur zwischen TOLAC und ERCD	45
Tabelle 14 - Schwangerschaftsanamnestiche Daten und -Risiken im Vergleich zwischen TOLAC und ERCD	46
Tabelle 15 - Charakteristika zu Geburtsmodus und -verlauf im Vergleich TOLAC und ERCD ..	47
Tabelle 16 - Maternales Outcome nach TOLAC und ERCD.....	48
Tabelle 17 - Charakteristika und Outcome der Einlinge nach TOLAC und ERCD.....	49
Tabelle 18 - Patientencharakteristika im Vergleich zwischen Uterusruptur- und Kontrollgruppe	50
Tabelle 19 - Übersicht zu Graviditäten vor Auftreten der Uterusruptur zwischen Uterusruptur- und Kontrollgruppe.....	50
Tabelle 20 – Schwangerschaftsanamnestiche Daten und -Risiken im Vergleich zwischen Uterusruptur- und Kontrollgruppe.....	51
Tabelle 21 - Anzahl der SSW zum Geburtszeitpunkt im Vergleich zwischen Uterusruptur- und Kontrollgruppe.....	51
Tabelle 22 - Charakteristika zu Geburtsmodus und -verlauf im Vergleich Uterusruptur- und Kontrollgruppe.....	52
Tabelle 23 - Häufigkeit einzelner Wochenbettkomplikationen (Mehrfachnennungen möglich) im Vergleich zwischen Uterusruptur- und Kontrollgruppe.....	52
Tabelle 24 - Fetale Outcome-Parameter im Vergleich zwischen Ruptur- und Kontrollgruppe....	53

Tabelle 25 - Übersicht der Fälle von Spontanrupturen54

Abstrakt

Einleitung und Fragestellung: Eine der gefürchtetsten Komplikationen des vaginalen Geburtsversuches bei vorangegangener Sectio („Trial of labor after cesarean“ (TOLAC)) stellt die Uterusruptur dar, welche in eine gedeckte und offene Form eingeteilt werden kann, letztere mit einer deutlich höheren maternalen und fetalen Morbidität. Bislang ist unklar, welche Faktoren die Ruptur-Form beeinflussen. Ziel dieser Studie war es daher, Unterschiede bezüglich möglicher Einflussfaktoren und das Outcome zwischen gedeckter und offener Ruptur sowie zwischen den geplanten Geburtsmodi (TOLAC vs. elektive Re-Sectio („elective repeat cesarean delivery“ (ERCD)) bei Ruptur-Fällen zu untersuchen und die Inzidenz der Uterusruptur pro Jahr in einem der größten geburtsmedizinischen Zentren Deutschlands zu ermitteln.

Methodik: Im Zeitraum von Januar 2005 bis Dezember 2017 wurden retrospektiv Uterusrupturen anhand von ICD10-Diagnosen identifiziert und anhand des OP-Berichtes verifiziert. Als Kontrollgruppe wurden alle Geburten aus den Jahren 2014 bis 2017 verwendet. Eine Berechnung der Inzidenz erfolgte für die Jahre 2005-2017. Es erfolgte eine deskriptive Analyse der Uterusruptur-Gruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe. Des Weiteren wurden offene mit gedeckten Uterusrupturen univariat und multivariat in Form einer binär logistischen Regression bezüglich Risikofaktoren analysiert. Abschließend erfolgte eine univariate Analyse bezüglich des geplanten Geburtsmodus (TOLAC vs. ERCD), unterteilt in Subgruppen anhand der Ruptur-Form.

Ergebnisse: Im Untersuchungszeitraum traten insgesamt 92 Uterusrupturen auf, davon waren 29 offen und 56 gedeckt. Die Inzidenz betrug 0,14% für die Uterusruptur gesamt und 0,05% für die offene Uterusruptur. Frauen mit gedeckter Uterusruptur hatten signifikant häufiger eine vorangegangene Sectio im Vergleich zur offenen Uterusruptur (98,2% vs. 79,3%; $p=0,006$). Als Risikofaktoren für das Auftreten einer offenen Uterusruptur wurden in der univariaten Analyse die Durchführung eines TOLACs (OR=6.5, $p<0.001$), vorherige Vaginalgeburt (OR=4.4, $p=0.011$), Parität ≥ 3 (OR=3.8, $p=0.025$) und die Verwendung von Oxytocin (OR=2.9, $p=0.036$) identifiziert. Nach multivariater Analyse stellte lediglich der TOLAC einen eigenständigen Risikofaktor für die offene Uterusruptur (OR 5,1, 95% KI 1,8-14,5) dar. Maternale und fetale Outcome-Parameter waren, bis auf das häufigere Auftreten fetaler Azidosen nach TOLAC (34,5% vs. 3,6%; $p=0,003$), vergleichbar zwischen TOLAC und ERCD.

Schlussfolgerung: Die Inzidenz der Uterusruptur an der Charité- Universitätsmedizin Berlin liegt im oberen internationalen Durchschnitt. Eine konsequente Unterscheidung von offenen und gedeckten Rupturen ist zur besseren Vergleichbarkeit von Studienergebnissen notwendig. Offene Uterusrupturen traten im Vergleich zur gedeckten Ruptur häufiger an einem nicht voroperierten Uterus sowie im Rahmen eines TOLACs auf. Im Vergleich zwischen TOLAC und ERCD zeigte sich jedoch nach Beratung der Schwangeren ein im Allgemeinen vergleichbares maternales und fetales Outcome. Mehrere vorherige erfolgreiche vaginale Geburten eliminieren das Risiko für eine Uterusruptur bei einem TOLAC nicht.

Abstract

Background and aim: Uterine rupture is one of the most feared complications of trial of labor after cesarean (TOLAC) and can be classified into partial and complete rupture, the latter associated with a significantly higher fetal and maternal morbidity. To date, it is unclear which factors influence which form of rupture occurs. Therefore, the aim of this study was to investigate differences regarding influencing factors and outcome between complete and partial rupture as well as between the planned delivery modes (TOLAC vs. elective repeat cesarean delivery (ERCD)) in rupture cases and to determine the incidence of uterine rupture per year in one of the largest obstetric centres in Germany.

Methods: From January 2005 until December 2017 uterine ruptures were retrospectively identified based on ICD10-diagnoses and verified with the surgical report. As control group all births within 2014 and 2017 were analysed. Incidence was calculated from 2005-2017. A descriptive analysis between uterine rupture and control group was performed. Furthermore, a univariate and multivariate binary logistic regression analysis was performed between complete and partial rupture. In addition, cases were univariate analysed regarding the planned delivery mode, subdivided regarding type of uterine rupture.

Results: During the study period 92 uterine ruptures, thereof 29 cases with complete and 56 cases with partial rupture, were identified. Incidence of uterine rupture was 0,14% in total and 0,05% for complete rupture. Women with partial rupture had a significantly higher cesarean delivery rate compared to women with complete rupture (98,2% vs. 79,3%; $p=0,006$). After univariate analysis factors increasing the risk for complete rupture were performing a TOLAC (OR=6,5, $p<0,001$), previous vaginal delivery (OR=4,4, $p=0,011$), parity ≥ 3 , (OR=3,8, $p=0,025$) and oxytocin use (OR=2,9, $p=0,036$). After multivariate regression analysis TOLAC was the only independent factor increasing the risk of complete rupture (OR=5,1, 95% KI 1,8-14,5). Maternal and fetal outcome parameters were comparable between TOLAC and ERCD, except for the more frequent occurrence of fetal acidosis after TOLAC (34,5% vs. 3,6%; $p=0,003$).

Conclusion: The incidence of uterine rupture at Charité- Universitätsmedizin Berlin is in the upper international average. A distinction between partial and complete rupture is necessary to ensure comparability between studies. Complete ruptures occurred more

frequently in an unscarred uterus and in the setting of a TOLAC compared with partial rupture. In general, maternal and fetal outcome was comparable between TOLAC and ERCD after optimized birth planning. Multiple previous vaginal deliveries do not eliminate the risk of uterine rupture in case of TOLAC.

1. Einleitung

Die Beratung über den Geburtsmodus nach vorangegangener Kaiserschnittentbindung stellt einen wichtigen und gleichzeitig komplexen Sachverhalt in der Geburtshilfe dar. Viele Faktoren sind bei dieser Entscheidung von Bedeutung, wie beispielsweise die geburtshilfliche Anamnese der Schwangeren, wobei insbesondere die vorherigen Geburtsmodi und -verläufe berücksichtigt werden, die Wünsche und Vorstellungen der Schwangeren sowie das Vorliegen bestimmter Risikofaktoren wie Plazenta accreta Spektrum (PAS) oder hypertensiver Schwangerschaftserkrankungen. Im Jahre 2017 gab es in Deutschland insgesamt über 760.000 Krankenhausentbindungen, wovon 63,3% spontan, 30,5% als Sectio und 6,2% vaginal-operativ (5,9% mittels Vakuumextraktion und 0,3% mit Geburtszange) erfolgten.¹ In der Vergangenheit ist die Sectio-Rate in Deutschland sukzessive angestiegen bei gleichzeitigem Rückgang an Spontangeburt. So lag der Anteil der Sectiones im Jahr 1991 noch bei 15,3% und erreichte im Jahr 2011 einen Höhepunkt mit einem Anteil von 32,2%.² Seither ist die Sectio-Rate nicht weiter angestiegen, blieb jedoch in den Folgejahren mit Werten zwischen 30,5-31,9% auf einem gleichbleibenden Niveau. In Abbildung 1 ist die Sectio-Rate in ausgewählten Ländern mit hohem (HIC), mittlerem (MIC) und niedrigem (LIC) Bruttoinlandsprodukt dargestellt.³ Bei den untersuchten Studien war die Sectio Rate mit nahezu 60% in der Dominikanischen Republik am höchsten und mit <5% in Nigeria am niedrigsten. Im internationalen Vergleich zeigten sich die höchsten Sectio-Raten bei Ländern mit mittlerem Bruttoinlandsprodukt.

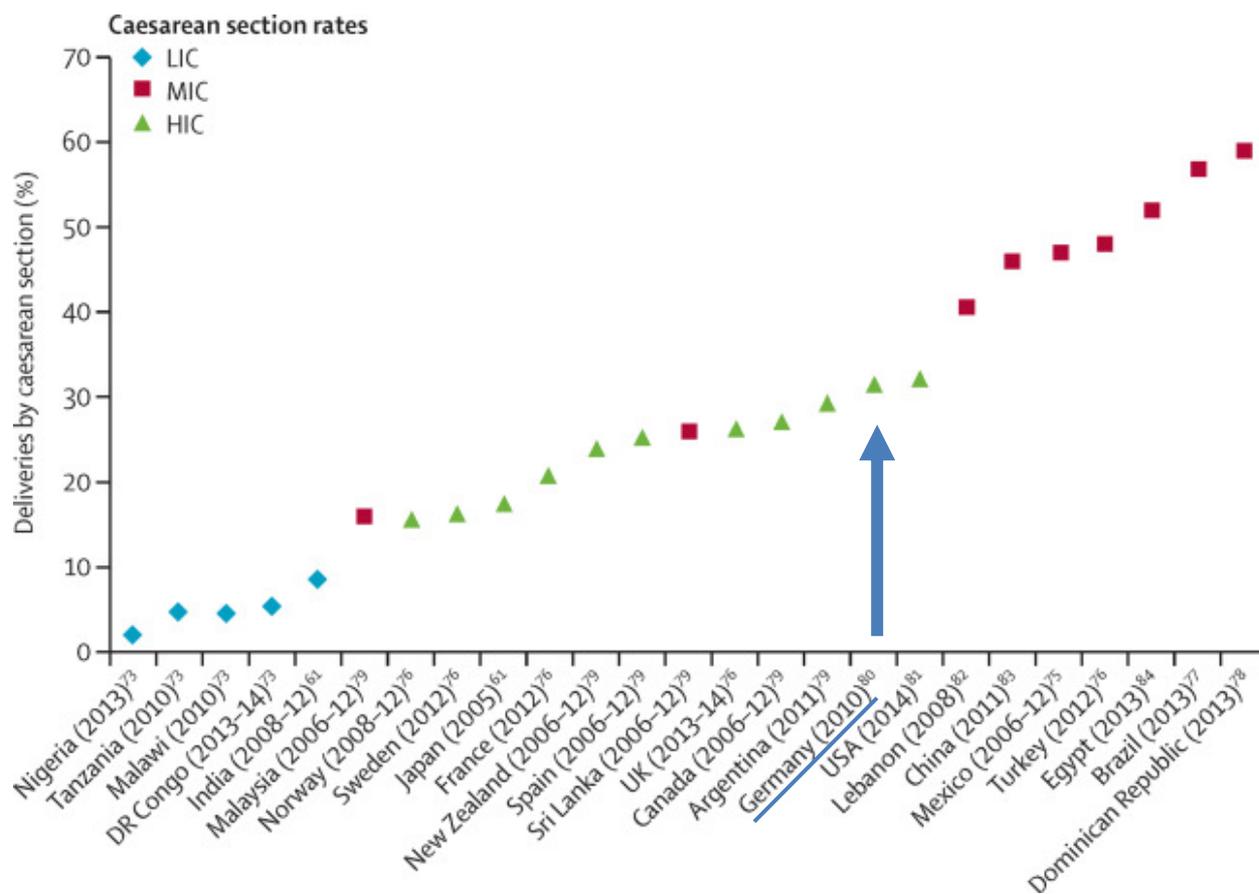


Abbildung 1 - Internationaler Vergleich der Sectio-Raten in Abhängigkeit vom Bruttoinlandsprodukt (LIC= low-income country, MIC= middle-income country, HIC= high-income country) (Lizenznummer: 4844900066058)³

Da eine Sectio mit einigen Komplikationen für Mutter und Kind einhergehen kann, sollte die Indikation streng gestellt und kritisch hinterfragt werden. Demgegenüber ist jedoch bei einem Versuch der vaginalen Geburt nach vorheriger Sectio („Trial of labor after cesarean“, TOLAC) im Vergleich zu Frauen ohne vorherige Sectio ein signifikant häufigeres Auftreten von Uterusrupturen zu beobachten.⁴ Die Uterusruptur bezeichnet einen Wanddefekt am Uterus. Es wird zwischen einer gedeckten und offenen Uterusruptur unterschieden. Eine offene Ruptur wird in der Literatur als ein Riss des Uterus durch alle Wandschichten einschließlich der Serosa/ des Peritoneums beschrieben.⁵⁻⁹ Ob das Amnion bei einer offenen Ruptur ebenfalls betroffen ist, ist bislang nicht einheitlich definiert. Eine gedeckte Ruptur oder Uteruswanddehiszenz meint eine Ruptur durch das Endo- und Myometrium, wobei die Serosa intakt bleibt, es herrscht somit keine freie Verbindung des Fetus zur Bauchhöhle.^{5,9,10} Falls sich die Uterusruptur ohne klinische Symptome präsentiert, spricht man von einer stillen Ruptur.¹¹ Die weltweite Inzidenz für eine Uterusruptur in der Folgeschwangerschaft nach Sectio beträgt

im Mittel 0,5%, wobei Entwicklungsländer mit 1% eine höhere Inzidenz im Vergleich zu Industrienationen mit 0,2% aufweisen.¹² Bei einem nicht voroperierten Uterus liegt die Inzidenz für eine Uterusruptur bei 0,08%.¹³ Die Inzidenz der offenen Uterusruptur ist deutlich niedriger und beträgt 0,2% bei Frauen mit vorheriger Sectio und 0,004% bei Frauen ohne vorherige Sectio.⁵ Im Allgemeinen lässt sich in den vergangenen Jahrzehnten ein Anstieg der Inzidenz von Uterusrupturen beobachten.^{4,14}

Zusammenfassend ist die Uterusruptur demnach zwar eine seltene Komplikation, gehört jedoch gleichzeitig zu den potentiell bedrohlichsten Ereignissen, welche unter der Geburt auftreten können.¹² Durch die klare Assoziation zwischen Uterusruptur und vorhergehender Sectio ist eine der wichtigsten Strategien zur Verminderung des Auftretens von Uterusrupturen die Senkung der primären Sectio-Rate. Somit steht hier die Vermeidung der ersten Sectio für die jeweilige Frau im Vordergrund. Falls dies jedoch aufgrund des Vorliegens absoluter Indikationen (siehe Kapitel 1.1) nicht möglich sein sollte, sollte darüber hinaus angestrebt werden, Re-Sectiones zu vermeiden, da jede Sectio zu zusätzlichen Komplikationen führen kann. Daher müssen in der Anamnese und Untersuchung der Schwangeren Faktoren identifiziert werden, welche mit einem erfolgreichen TOLAC assoziiert sind, um eine fundierte Beratung zu gewährleisten und gleichzeitig die Frauen zu identifizieren, welche ein erhöhtes Risiko für eine Uterusruptur aufweisen.

1.1. Sectio

1.1.1. Indikationen

Zu den absoluten Indikationen für eine Sectio zählen gemäß AWMF im deutschsprachigen Raum folgende:^{15,16}

- Beckendeformität der Schwangeren, die eine vaginale Geburt unmöglich macht bzw. Missverhältnis von Becken und kindlichem Kopf
- fetale Faktoren: Amnioninfektionssyndrom, fetale Asphyxie oder Azidose, geburtsunmögliche Lage des Fetus
- das Auftreten von Eklampsie oder des HELLP-Syndroms
- Plazenta praevia, Nabelschnurvorfall, vorzeitige Plazentalösung
- eine (drohende) Uterusruptur

Relative Indikationen sind nicht schematisch darstellbar, sie entsprechen Risikofaktoren für eine vaginale Geburt und müssen im Gespräch mit der Schwangeren gemeinsam evaluiert werden. Zu den relativen Indikationen zählen unter anderem:

- das Auftreten eines pathologischen Kardiotokogramms (CTG)
- Beckenendlage des Kindes
- Geburtsstillstand oder -prolongation
- eine oder mehr Sectiones in der Anamnese der Frau

Über 90% der Sectiones in Deutschland werden aufgrund relativer Indikationen durchgeführt.¹⁵ Eine zusätzliche Indikation stellt die elektive Sectio auf Wunsch der Schwangeren ohne führende medizinische Indikation dar („Wunschkaiserschnitt“). Nach dem Aqua-Bericht, der die Indikationen von 219.863 Sectiones im Jahr 2013 in Deutschland auswertete, stellte sich die vorangegangene Sectio mit einem Anteil von 25,8% als die häufigste Indikation dar.¹⁷ Die zweithäufigste Indikation war das Vorliegen eines pathologischen CTGs (20,6%). Danach folgten als Indikationen die Beckenendlage (12,5%), der Geburtsstillstand in der Eröffnungsperiode (11,0%) und das Missverhältnis zwischen kindlichem Kopf und mütterlichem Becken (9,2%). Seltener Indikationen waren Mehrlingsschwangerschaften (6,7%), Geburtsstillstand in der Austreibungsperiode (6,1%), Frühgeburt (4,8%), mütterliche Erkrankungen (4,6%) und Gestose/ Eklampsie (3,1%). Die Durchführung einer Sectio aufgrund einer drohenden oder erfolgten Uterusruptur erfolgte immerhin in 0,9% der Fälle.¹⁷

Durch die Vielfalt an verschiedenen Sectio-Indikationen und starken regionalen Unterschieden sowie Unterschieden in der Infrastruktur der Krankenhäuser gestaltet sich ein Vergleich der Sectio-Raten meist schwierig. Eine mögliche Lösung bieten die Robson-Kriterien, welche Schwangere in Abhängigkeit einzelner Faktoren unabhängig von der vorliegenden Sectio-Indikation bestimmten Gruppen zuordnet (Tabelle 1).¹⁸ Die Anwendung der Einteilung ist sowohl bei Durchführung einer Sectio als auch anderer Geburtsmodi anwendbar. Die Klassifikation wird weltweit unabhängig vom Entwicklungsgrad des Landes genutzt.¹⁹ Vorteile der Klassifikation liegen in der einfachen und universellen Anwendbarkeit, gleichzeitig bleiben jedoch viele andere Faktoren, welche Einfluss auf die Durchführung einer Sectio haben können, unberücksichtigt.¹⁹ Nichtsdestotrotz bietet die Klassifikation die Möglichkeit, Sectio-Raten

unabhängig vom Entwicklungsgrad des Landes und der Infrastruktur des untersuchten Krankenhauses anhand der Gruppen miteinander zu vergleichen.

Gruppe	Zuordnung
1	Nullipara, Einling, Schädellage, ≥ 37 SSW, spontaner Wehenbeginn
2a	Nullipara, Einling, Schädellage, ≥ 37 SSW, Weheneinleitung
2b	Nullipara, Einling, Schädellage, ≥ 37 SSW, Sectio vor Wehenbeginn
3	Parität ≥ 1 ohne vorherige Sectio, Einling, Schädellage, ≥ 37 SSW, spontaner Wehenbeginn
4a	Parität ≥ 1 ohne vorherige Sectio, Einling, Schädellage, ≥ 37 SSW, Weheneinleitung
4b	Parität ≥ 1 ohne vorherige Sectio, Einling, Schädellage, ≥ 37 SSW, Sectio vor Wehenbeginn
5.1	Parität ≥ 1 mit einer vorherigen Sectio, Einling, Schädellage, ≥ 37 SSW
5.2	Parität ≥ 1 mit mindestens 2 vorherigen Sectiones, Einling, Schädellage, ≥ 37 SSW
6	Nullipara, Beckenendlage
7	Parität ≥ 1 (inklusive Frauen mit vorheriger Sectio), Beckenendlage
8	Mehrlingsschwangerschaft (inklusive Frauen mit vorheriger Sectio)
9	Lageanomalie (inklusive Frauen mit vorheriger Sectio)
10	Einling, <37 SSW (inklusive Frauen mit vorheriger Sectio)

Tabelle 1- Robson Kriterien

1.1.2. Komplikationen nach Sectio

Im Vergleich zur vaginalen Geburt kommt es bei der Geburt nach elektiver, primärer Sectio häufiger zum Auftreten eines Wundhämatoms (OR 5,1, 95% Konfidenzintervall (KI) 4,6-5,5), Herzstillstandes (OR 5,1, 95% KI 4,1-6,3), der Notwendigkeit einer Hysterektomie (OR 3,2, 95% KI 2,2-4,8), einer Wochenbettinfektion (OR 3,0, 95% KI 2,7-3,4), zu anästhesiologischen Komplikationen (OR 2,3, 95% KI 2,0-2,6), venösen Thrombembolien (OR 2,2, 95% KI 1,5-3,2), sowie einer längeren medianen Krankenhausverweildauer.²⁰ Zudem sind intraoperative chirurgische Komplikationen

möglich, wie zum Beispiel die Verletzung von Cervix (3,6%), Vagina (1,2%) oder der Harnblase (0,5%), insbesondere im Falle einer Notsectio.^{21,22} Dabei ist das Risiko für eine intraoperative Blasenverletzung 4-fach erhöht (OR 4,22, 95% KI 1,79–10,1), falls zuvor bereits eine Sectio durchgeführt wurde.²¹

In der Folgeschwangerschaft nach vorhergehender Sectio ist das Risiko für das Auftreten einer PAS (OR 2,95, 95% KI 1,32-6,60), Plazenta praevia (OR 1,74, 95% KI 1,62-1,87) sowie einer vorzeitigen Plazentalösung (OR 1,38, 95% KI 1,27-1,49) erhöht.²³ Weiterhin treten häufiger Totgeburten (OR 1,27, 95% KI 1,15-1,40) und Aborte (OR 1,17, 95% KI 1,03-1,32) auf. Mit steigender Anzahl der Sectiones einer Frau steigt zudem das Risiko für eine PAS, Blasenverletzung, Hysterektomie, Transfusion von Erythrozytenkonzentraten, intensivmedizinische Versorgung oder die Notwendigkeit einer postoperativen Beatmung.^{24,25}

Auf kindlicher Seite kommt es bei der Geburt via Sectio häufiger zu Anpassungsstörungen (3,9%), Schnittverletzungen (2,6%), Atemnotsyndromen (2,4%) sowie zur Aufnahme auf eine neonatale Intensivstation (1,6%).²⁶⁻²⁸ Langfristig gibt es zudem ein höheres Risiko für Übergewicht bis zum 5. Lebensjahr (OR 1,59, 95% KI 1,33-1,90) und Asthma (OR 1,21, 95% KI 1,11-1,32) für Kinder, welche via Sectio geboren wurden.²³

1.1.3. Versuch der vaginalen Geburt nach vorangegangener Sectio (TOLAC)

Wie zuvor beschrieben erfolgen fast ein Drittel aller Geburten mittels Sectio, gleichzeitig bekommen Mütter in Deutschland im Durchschnitt zwei Kinder.²⁹ Daher muss immer häufiger die Entscheidung über den Geburtsmodus bei Frauen mit Status nach Sectio in der Folgeschwangerschaft getroffen werden. Bislang gibt es hierfür keine eindeutigen Handlungsleitlinien und die Entscheidung wird daher individuell getroffen. Die Entscheidung muss zwischen einem TOLAC, bei welchem die Uterusruptur als eine der wichtigsten Komplikationen gilt, und der elektiven Re-Sectio („elective repeat cesarean delivery“, ERCD), die mit den zuvor beschriebenen Komplikationen einhergehen kann, getroffen werden. In der Leitlinie von 2020 beschreibt die AWMF den TOLAC nach vorangegangener Sectio als sichere Option.³⁰ Im Gespräch mit der Schwangeren bezüglich des geplanten Geburtsmodus sollten dabei die mütterlichen Präferenzen

erfragt sowie die Vorteile und Risiken des ERCD vs. TOLAC besprochen werden.

In der Beratung der Schwangeren sollten Faktoren, welche das Gelingen eines TOLACs wahrscheinlicher machen, berücksichtigt werden. Dazu zählen beispielsweise eine vorherige erfolgreiche vaginale Geburt bei Zustand nach Sectio („vaginal birth after cesarean“ (VBAC)) und ein spontaner Wehenbeginn.³¹⁻³⁴ Außerdem ist ein Gelingen des TOLACs ebenfalls wahrscheinlicher, wenn die vorherige Sectio-Indikation in der aktuellen Schwangerschaft nicht vorliegt. Dies gilt insbesondere für fetale Fehllagen, wie beispielsweise die Steißlage.³¹ Selbstverständlich ist jedoch als Grundvoraussetzung die Motivation und der Wille der Schwangeren für einen TOLAC entscheidend. Nach Landon et al. ist der TOLAC in 73,6% der Fälle erfolgreich.³³ In der Studie mit einem erfolgreichen TOLAC assoziierte Faktoren waren eine vorherige vaginale Geburt (OR 3,9, 95% KI 3,6-4,3), ein spontaner Wehenbeginn (OR 1,6, 95% KI 1,5-1,8), ein Geburtsgewicht des Kindes <4000g (OR 2,0, 95% KI 1,8-2,3) eine kaukasische Abstammung (OR 1,8, 95% KI 1,6-1,9) sowie wenn die frühere Sectio-Indikation keine Dystokie (OR 1,7, 95% KI 1,5-1,8) war. Gleichzeitig war die Erfolgsrate vermindert, falls die Mutter adipös (BMI ≥ 30 kg/m²) war.³³ Absolute Kontraindikationen für einen TOLAC sind unter anderem Uterusrupturen in der Vorgeschichte der Frau, das Vorliegen einer PAS sowie bestimmte Operationstechniken bei der vorherigen Sectio, wie beispielsweise die vertikale Inzision im oberen Uterinsegment oder invertierte T-Schnitte.^{35,36}

Eine weitere Möglichkeit zur Beurteilung der Erfolgchancen eines TOLACs sowie des Risikos für eine Uterusruptur stellt die Messung des unteren Uterinsegments (UUS) dar. Das UUS entsteht durch die Einbeziehung des Isthmus in den Frucht-tragenden Raum des Corpus uteri zwischen der 12. und 16. Schwangerschaftswoche (SSW). Das UUS ist eine dynamische Struktur und verändert seine Gestalt in der Schwangerschaft und unter der Geburt.³⁷ Die Dicke der Muskelschicht im UUS kann bei graviden Frauen mit Narbe am Uterus als Marker für den Heilungserfolg des Uterus gemessen werden. Eine dicke Narbe soll mit einer guten Regeneration der Uteruswand einhergehen und somit das Risiko für eine Uterusruptur verringern. Einige Studien konnten bereits zeigen, dass eine dünne Narbe mit einem erhöhten Risiko für einen Uteruswanddefekt unter der Geburt in Verbindung steht.³⁸⁻⁴³ Die Cut-off Werte, bis zu denen Frauen ein TOLAC angeboten wird, variieren zwischen den aktuell vorliegenden Studien. So lag der Wert bei Asakura et al. beispielsweise bei 1,6mm und bei Rozenberg et al. bei 3,5mm.^{40,43} Der Cut-Off-

Wert an der Charité beträgt 1,5mm.

1.2. Uterusruptur

1.2.1. Ätiologie

Eine Uterusruptur tritt meist in der Peripartalperiode auf und ist am häufigsten im Bereich des UUS lokalisiert, jedoch ist auch eine Beteiligung von Corpus, Zervix, Parametrium oder Vagina möglich.^{44,45} In den meisten Fällen tritt die Ruptur in Form einer Narbenruptur auf, in selteneren Fällen sind Spontanrupturen möglich.¹¹ Bei der Narbenruptur kommt es zum erneuten Eröffnen des Uterus an der Stelle der Narbe, welche durch eine vorherige Sectio oder andere Uterusvoroperationen, wie eine Myomenukleation, verursacht wurde. Eine weitere Ursache stellt ein Trauma am Uterus dar, wie es durch Autounfälle, hohe Zangenentbindungen oder einen hochreichenden Zervixriss verursacht werden kann. Auch Uterusanomalien und Plazentaanomalien können auslösend sein, so ist bei einer Plazenta percreta eine Ruptur per continuitatem möglich. Des Weiteren können uterine Überdehnungszustände bedingt durch fetale Makrosomie oder aber auch eine Überstimulation des Uterus mit Uterotonika zu einer Uterusruptur führen.⁴⁵

1.2.1. Risikofaktoren

Bei der Uterusruptur handelt es sich in den meisten Fällen um eine Narbenruptur, daher stellt eine Sectio in der Vorgeschichte der Mutter einen der relevantesten Risikofaktoren dar.^{4,46,47} Das Risiko ist insbesondere bei einer der Sectio nachfolgenden Schwangerschaft innerhalb eines kurzen Intervalls von weniger als 16-18 Monaten erhöht.^{5,48,49} Ein weiterer relevanter Risikofaktor stellt der TOLAC dar.^{46,47,50} Nach Angaben in der Literatur wird das Risiko für eine Uterusruptur durch eine Sectio in der vorangegangenen Schwangerschaft zwischen 5,3-41,8-fach gesteigert.^{4,46,51,52} In einer Studie von Gregory et al. war das Risiko für eine Uterusruptur durch einen vorherigen Kaiserschnitt 17-fach erhöht.⁴⁶ Bei Frauen mit vorhergehender Sectio führte der TOLAC zu einer 1,9-fachen Steigerung des Risikos für eine Uterusruptur.⁴⁶ Auch weitere operative Eingriffe am Uterus, wie beispielsweise eine Myomenukleation, werden als mögliche Risikofaktoren für eine Uterusruptur diskutiert. Unklar bleibt jedoch, wie hoch der Einfluss auf das Ruptur-Risiko ist sowie welche Operationstechniken (Cavum-Eröffnung ja/nein, laparoskopische vs. offene Myomenukleation, Größe und Lokalisation der Myome etc.) das Risiko am wenigsten beeinflussen.^{53,54}

Maternale Faktoren, welche als Risikofaktoren diskutiert werden, sind ein Alter der Mutter ab 35 Jahren sowie eine Körpergröße unter 160cm.^{5,51,52,55} So ist nach Hesselman et al. das Risiko durch ein Alter der Mutter ≥ 35 Jahren (OR 1,6, 95% KI 1,1-2,5) und durch eine Körpergröße von ≤ 160 cm (OR 1,7, 95% KI 1,1-2,7) erhöht.⁵⁵ Des Weiteren wird eine afroamerikanische bzw. nicht-westliche Abstammung als möglicher Risikofaktor diskutiert.^{5,52} Zudem gilt eine Parität ≥ 3 als möglicher Risikofaktor für eine Uterusruptur.⁵

Weiterhin nimmt auch der Geburtsverlauf Einfluss auf das Risiko für das Auftreten einer Uterusruptur. Eine medikamentöse Weheninduktion und -augmentation werden als mögliche Risikofaktoren beschrieben. Nach Lydon-Rochelle et al. erhöht eine Geburtseinleitung mit Prostaglandinen das Risiko für eine Uterusruptur signifikant (OR 15,6, 95% KI 8,1-30,0).⁵⁰ In einer Studie von Al-Zirqi et al. mit 173 offenen Uterusrupturen zeigte sich die Geburtseinleitung mit Oxytocin oder Prostaglandinen als wichtigster Risikofaktor (ohne vorhergehende Sectio OR 48,0, 95% KI 20,5-112,3; mit vorhergehender Sectio OR 16,1, 95% KI 8,6-29,9).⁵ Ebenfalls wurde die Wehenaugmentation mit Oxytocin mit einem erhöhten Risiko in Verbindung gebracht (ohne vorhergehende Sectio OR 22,5, 95% KI 10,9-41,2; mit vorhergehender Sectio OR 4,4, 95% KI 2,9-6,6).⁵ Auch in anderen Studien konnte die medikamentöse Beeinflussung der Wehentätigkeit mit dem vermehrten Auftreten von Uterusrupturen in Verbindung gebracht werden.^{10,51,52,55} Darüber hinaus wird ein Geburtsgewicht des Kindes ab 3500g durch die stärkere Dehnung des Uterus als möglicher Risikofaktor diskutiert.^{6,51,55} Weiterhin wird das Risiko möglicherweise durch die Anwendung von Periduralanästhesien (PDA) sowie eine Geburtsterminüberschreitung gesteigert.^{51,55}

Auch der Verschluss der Uterotomie bei der vorherigen Sectio beziehungsweise Uterusoperation wird als möglicher Risikofaktor diskutiert: Einige Studien brachten einen einschichtigen Verschluss der Uterotomie mit einem erhöhten Risiko in Verbindung.^{6,56} Einige andere Studien konnten jedoch keinen Zusammenhang zwischen Nahttechnik und Rupturrisiko feststellen.^{55,57}

In Tabelle 2 sind die einzelnen Risikofaktoren mit den jeweiligen ORs zusammengefasst.

Kategorie	Risikofaktor	OR	95 % KI	Literaturverweis
Vorhergehende Entbindung	vorhergehende Sectio	17,0* ⁴	13,5 - 21,4	46
		41,8* ⁴	29,7 - 57,0	51
		5,3* ⁴	4,4 - 6,3	52
		7,4* ³	5,2 - 10,6	4
Vorhergehende Entbindung	Intervall zu vorhergehender Sectio < 16 Monate	2,3* ^{2,3}	1,1 - 5,4	5
		3,0* ^{2,4}	1,2 - 7,2	48
		3,0* ^{2,4}	1,3 - 7,2	49
		2,7* ^{2,3}	1,4 - 5,3	6
Anamnestische und demografische Daten	Parität ≥3	2,4* ^{1,3}	1,2 - 6,0	5
	Uterusvoroperation (Myomenukleation)	keine Angabe von ORs		53,54
	Alter der Mutter ≥35 Jahre	2,5* ^{1,3}	1,3 - 4,9	5
		1,8* ^{2,4}	1,2 - 2,6	51
		1,6* ^{2,4}	1,1 - 2,5	55
	Größe <160cm	2,1* ^{2,4}	1,4 - 3,2	51
		1,7* ^{2,4}	1,1 - 2,6	55
nicht-westliche Abstammung	2,7* ^{1,3}	1,2 - 6,0	5	
	1,8* ^{2,3}	1,1 - 2,8	5	
afroamerikanische Abstammung	1,7* ^{1,4}	1,3 - 2,2	52	
Schwangerschaft und Geburt, unter der die Ruptur aufgetreten ist	TOLAC	1,9* ^{2,4}	1,5 - 2,4	46
	Geburtseinleitung (allgemein)	5,1* ^{1,3}	2,9 - 9,1	5
		2,3* ^{2,3}	1,6 - 3,3	5
2,1* ^{2,4}		1,5 - 2,9	51	
Geburtseinleitung ohne Prostaglandine	4,9* ^{2,4}	2,4 - 9,7	50	

	Geburtseinleitung mit Prostaglandinen	15,6 ^{*2,4}	8,1 - 30,0	50
	Wehenaugmentation mittels Oxytocins	22,5 ^{*1,3}	10,9 - 41,2	5
		4,4 ^{*2,3}	2,9 - 6,6	5
	PDA	2,0 ^{*2,4}	1,4 - 3,2	55
	Terminüberschreitung (≥42 SSW)	1,6 ^{*2,4}	1,1 - 2,3	51
		2,1 ^{*2,4}	1,1 - 4,2	55
Geburtsgewicht Kind ≥3500g	2,0 ^{*2,3}	1,2 - 3,4	6	
Geburtsgewicht Kind ≥4000g	2,9 ^{*1,3}	1,6 - 5,0	5	
	2,1 ^{*2,3}	1,5 - 3,1	5	
	1,8 ^{*2,4}	1,3 - 2,4	51	

Tabelle 2- Übersicht der Risikofaktoren für eine Uterusruptur

**1 ohne vorhergehende Sectio, *2 mit vorhergehender Sectio, *3 Risikofaktor für eine offene Ruptur, *4 Risikofaktor für nicht spezifizierten Rupturtyp*

1.2.2. Klinik und Therapie

Prinzipiell gibt es keine klinisch spezifischen Symptome für eine Uterusruptur. So treten beispielsweise Schmerzen unter der Geburt regelhaft auf, sodass die Abgrenzung zu Schmerzen bedingt durch eine Uterusruptur erschwert ist. Ein Hinweis kann ein plötzlich auftretendes, lokalisiertes Schmerzereignis sein. Klinisch kann sich eine drohende Uterusruptur auf mütterlicher Seite durch eine verstärkte Wehentätigkeit bis zum Wehensturm, Geburtsstillstand, Makrohämaturie, starken Schmerzen im UUS, welche auch gegen eine PDA resistent sind, sowie ein Hochsteigen der Bandel'schen Furche äußern. Auf fetaler Seite ist ein mögliches erstes Anzeichen für eine Uterusruptur ein pathologisches CTG.^{58,59} Symptome für eine erfolgte Ruptur sind eine Abnahme oder ein plötzliches Sistieren der Wehentätigkeit, das Vorliegen eines akuten Abdomens bei der Schwangeren, plötzliches Aussetzen der fetalen Herzaktion sowie ein Höherentreten des vorangehenden Kindsteiles. Aber auch unspezifische Symptome wie Schulterschmerzen, eine maternale Tachykardie oder Schwäche sind möglich.³⁵ Diese Symptome können prinzipiell Hinweise auf verschiedene Geburtskomplikationen darstellen, jedoch sollte die Uterusruptur als eine potentiell lebensgefährliche Komplikation in solchen Fällen bedacht und bestenfalls schnellstmöglich ausgeschlossen werden. Im Rahmen einer Narbenruptur bei Frauen mit Zustand nach Sectio kann es auch zu einer symptomarmen stillen Ruptur kommen, wodurch die Identifizierung der

Ruptur zusätzlich erschwert wird.

Die unverzügliche Laparatomie mit rascher Entbindung stellt die Therapie der Wahl dar. Die Ruptur-Stelle ist im günstigsten Fall mittels einer Naht zu versorgen, die Hysterektomie kommt als Ultima ratio in Betracht.⁶⁰

1.2.3. Outcome

Im Falle einer Uterusruptur treten maternal zwischen 40,5%-64,4% und fetal zwischen 32,5%-55,3% der Fälle weitere Komplikationen auf.⁶¹⁻⁶³ Maternal kann es zu einem Volumenmangelschock, postpartaler Hämorrhagie, der Anwendung von Bluttransfusionen infolge einer schweren Anämie, der Notwendigkeit einer Hysterektomie bei nicht kontrollierbarer Blutung oder bei fehlender Möglichkeit der Rekonstruktion des Uterus, einer Verletzung des Urogenitaltraktes sowie dem Auftreten eines paralytischen Ileus bis zum Tod der Mutter kommen.^{8,50,64} In einer Studie mit 247 Uterusrupturen hatten 43,3% der Frauen eine postpartale Hämorrhagie, bei 20,6% der Frauen war eine Hysterektomie notwendig und 1,2% verstarben infolge der Ruptur.⁶² Fetale Komplikationen sind beispielsweise eine schwere Azidose ($\text{pH} < 7$), ein erniedrigter APGAR-Score (0-6) nach 5 Minuten, die Notwendigkeit einer intensivmedizinischen Betreuung und das Auftreten einer hypoxisch-ischämische Enzephalopathie bis hin zum perinatalen Tod.^{8,10,51,64}

In einer Studie von Landon et al. wurde die Prävalenz der einzelnen fetalen Komplikationen untersucht: Eine der häufigsten Komplikationen war mit 40,4% die intensivmedizinische Überwachung. Weiterhin wiesen 33,3% der Neugeborenen von Müttern mit Uterusruptur eine schwere Azidose mit einem Nabelschnur-pH $\leq 7,0$ auf.¹⁰ Die hypoxisch-ischämische Enzephalopathie trat in 6,2% der Fälle auf und stellt damit eine eher seltene Komplikation dar, ist jedoch einer der häufigsten Gründe für neurologische Ausfälle und den neonatalen Tod.⁶⁵

1.3. Fragestellung

Insbesondere bedingt durch die hohen Raten an Sectiones in Industrieländern kommt der Uterusruptur als schwerwiegende Komplikation während der Geburt eine große Bedeutung zu.

In der vorliegenden Arbeit soll die Inzidenz der Uterusruptur und deren Einflussfaktoren

beleuchtet werden. Dabei soll vorrangig auf die Unterschiede zwischen offener und gedeckter Ruptur eingegangen werden, da durch eine fehlende einheitliche Definition der Uterusruptur in der Literatur beide Formen gemeinsam oder lediglich die offene Form berücksichtigt werden. Daher ist bislang unklar, ob und inwiefern Einflussfaktoren der offenen Ruptur auch für die gedeckte Form gelten und welche Faktoren dazu führen, dass eine Frau eher eine gedeckte oder eine offene Ruptur entwickelt. Weiterhin soll in dieser Arbeit das Outcome der Uterusruptur im Allgemeinen sowie nach offener und gedeckter Uterusruptur untersucht werden.

Darüber hinaus soll bei Frauen mit aufgetretener Uterusruptur und Zustand nach Sectio der geplante Geburtsmodus (TOLAC vs. ERCD) in Abhängigkeit von der vorliegenden Ruptur-Form analysiert werden.

Zusammenfassend sind die Ziele der Studie:

1. die Inzidenz der Uterusruptur in einem der größten geburtsmedizinischen Zentren Deutschlands zu ermitteln.
2. offene und gedeckte Uterusrupturen hinsichtlich Einflussfaktoren und Outcome zu vergleichen.
3. bei Frauen mit vorheriger Sectio Charakteristika und Outcome zwischen dem geplanten Geburtsmodus (TOLAC vs. ERCD) bei aufgetretener Uterusruptur zu vergleichen.

2. Methodik

2.1. Studiendesign und Auswahl des Patientenkollektivs

Die vorliegende Forschungsarbeit umfasste eine retrospektive Datenanalyse aller Fälle mit den ICD-10-Diagnosen „O71.0: Uterusruptur vor Wehenbeginn“ oder „O71.1: Uterusruptur während der Geburt“ im Zeitraum vom 01. Januar 2005 bis einschließlich 31. Dezember 2017 an der Charité Universitätsmedizin Berlin Campus Mitte und Virchow-Klinikum. Nach systematischer Datenrecherche im medizinischen Dokumentationssystem (SAP 6.5) der Charité wurden n=170 Fälle identifiziert (Abbildung 2). Es wurden 78 Fälle von der Analyse aufgrund einer nicht nachvollziehbaren Diagnosevergabe bzw. der Codierung einer Verdachtsdiagnose exkludiert. Die weitere Einteilung der eingeschlossenen Fälle erfolgte in die Gruppen „offene“ und „gedeckte“ Uterusruptur nach Verifizierung der Diagnose durch den OP-Bericht. Bei sieben Patientinnen war eine eindeutige Zuordnung nicht möglich. Bei diesen wurde zwar im OP-Bericht eine Uterusruptur dokumentiert, jedoch wurde nicht explizit dargestellt, ob die Serosa intakt oder ebenfalls von der Ruptur betroffen war. Daher wurden diese sieben Fälle lediglich für die Analyse aller Patienten mit Uterusruptur berücksichtigt, bei den differenzierten Analysen bezüglich der Uterusruptur-Form „offen“ vs. „gedeckt“ jedoch ausgeschlossen. Weiterhin wurden Fälle mit bekannter Form der Ruptur bezüglich des geplanten Geburtsmodus (TOLAC vs. ERCD), jeweils unterteilt nach der Form der Uterusruptur, analysiert. Darüber hinaus wurde eine detaillierte Vergleichsgruppe für den Zeitraum von 2014 bis 2017 mit allen Geburten an der Charité Universitätsmedizin Berlin Campus Mitte und Virchow-Klinikum ohne stattgehabte Uterusruptur erstellt. Die Studie wurde durch die Ethikkommission der Charité (Antragsnummer: EA2/013/18) bewilligt.

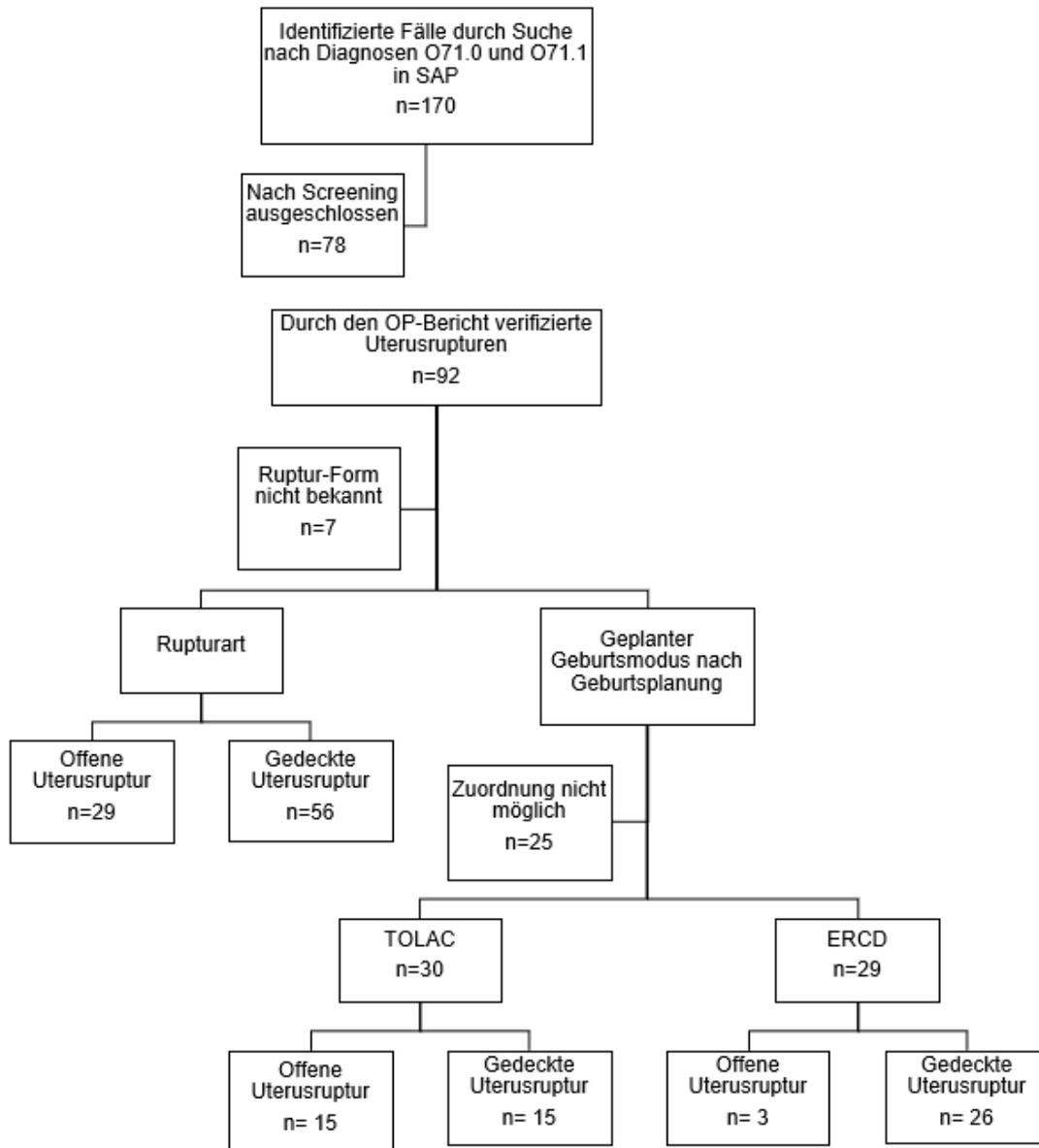


Abbildung 2- PRISMA Diagramm zur Auswahl des Patientenkollektivs

2.2. Definition der Gruppen

Eine „offene“ Uterusruptur wurde in dieser Studie als Uterusruptur definiert, welche durch alle Wandschichten des Uterus einschließlich der Serosa reicht und somit eine freie Verbindung zur Bauchhöhle herrscht. Eine „gedeckte“ Ruptur wurde definiert als ein Wanddefekt im Uterus inklusive der Wanddehiszenz, wobei die Serosa nicht von der Ruptur betroffen ist.

Ein „ERCD“ lag vor, wenn eine geplante Sectio bei Frauen mit vorhergehender Sectio und ohne Vorliegen muttermundwirksamer Wehen sowie mit intakter Fruchtblase

durchgeführt wurde. Ein „TOLAC“ hingegen lag vor, wenn bei einer Frau mit vorhergehender Sectio und Geburtsbeginn eine vaginale Entbindung angestrebt wurde.

Die Kontrollgruppe umfasste Geburten, bei denen keine Uterusruptur aufgetreten ist.

2.3. Datenerhebung

Im Zeitraum von Januar bis Dezember 2018 wurden mithilfe der archivierten Akten der eingeschlossenen Fälle die relevanten Daten akquiriert. Fehlende Informationen wurden, wenn möglich, durch medizinische Datenbanken („SAP 6.5“, „Viewpoint 5“) ergänzt. Im Falle von fehlenden Angaben wurde dies vermerkt und bei der statistischen Auswertung berücksichtigt. Zunächst erfolgte die Zuordnung der Frauen zu der Form der Uterusruptur, dabei wurde zwischen offener und gedeckter Uterusruptur unterschieden.

Im nächsten Schritt erfolgte die Eingabe der Daten in die Datenbank. Die Datenbank wurde mit Hilfe von Dr. rer. medic. Rolf Richter, Statistiker an der Klinik für Gynäkologie, erstellt. Eine Übersicht der erhobenen Daten ist in Tabelle 3 dargestellt. Die Definitionen einzelner erhobener Parameter sind in Tabelle 4 dargestellt.

Patientencharakteristika	<ul style="list-style-type: none"> – afroamerikanische Staatsangehörigkeit (ja/nein) – Alter in Jahren, >35 Jahre (ja/nein) – Größe in cm, ≤160cm (ja/nein) – BMI in kg/m², >30kg/m² (ja/nein) – HIV positiv (ja/nein)
Geburtshilfliche Anamnese	<ul style="list-style-type: none"> – Graviddität – Parität, Parität ≥3 (ja/nein) – Durchführung und Anzahl vorheriger Aborte, Schwangerschaftsabbrüche, Kürettagen, extrauteriner Gravidditäten, vaginaler Geburten, Sectiones, VBACs, Myomoperationen – Spontanruptur (ja/nein)
Schwangerschaftsverlauf und -risiken	<ul style="list-style-type: none"> – Mehrlingsschwangerschaft (ja/nein), Anzahl der Feten – Konzeptionsart (spontan, Insemination, In-vitro-Fertilisation (IVF), Intrazytoplasmatische Spermieninjektion (ICSI)) – Gestationsdiabetes (ja/nein)

	<ul style="list-style-type: none"> - hypertensive Schwangerschaftserkrankungen (schwangerschaftsinduzierte Hypertonie ohne Proteinurie, Präeklampsie, Eklampsie, HELLP-Syndrom) - PAS (Plazenta increta, accreta, percreta) - Plazenta praevia - Dicke des UUS ($\leq 1\text{mm}$; >1 bis $\leq 2\text{mm}$; <2 bis $\leq 3\text{mm}$; $>3\text{mm}$)
Geburtsmodus und verlauf	<ul style="list-style-type: none"> - Intervall zur vorherigen Geburt in Jahren, <16 Monate (ja/nein) - Gestationsalter bei Geburt in SSW, frühgeborenes/ reifgeborenes/ übertragenes Kind (ja/nein) - vorzeitiger Blasensprung (ja/nein) - Amniotomie (ja/nein) - Weheneinleitung (ja/nein), verwendetes Medikament (Prostaglandine, Oxytocin) - Wehenaugmentation (ja/nein) - Dosis Oxytocin in I.E. - PDA (ja/nein) - elektive Sectio (ja/nein) - Auftreten nach Wehenbeginn (ja/nein) - TOLAC und VBAC (ja/nein) - symptomatische Uterusruptur (ja/nein), Form der Symptome (pathologisches CTG, starke Schmerzen im Bereich des UUS, maternale Kreislaufbeschwerden) - Form der Ruptur (offen/ gedeckt)
Outcome	<ul style="list-style-type: none"> - Maternal <ul style="list-style-type: none"> o Blutverlust in ml, $\geq 1000\text{ml}$ (ja/nein) o Atonie (ja/nein), Grad der Atonie (I/II/III) o Hysterektomie (ja/nein) o Wochenbettkomplikation (ja/nein), Form der Komplikation (Fieber $>2\text{d}$ $>38^\circ\text{C}$ post partum, Wundheilungsstörung, Hypertonus, Anämie) o Transfusion von Erythrozytenkonzentraten o maternaler Tod - Einlingskinder <ul style="list-style-type: none"> o Geschlecht (männlich/ weiblich) o Gewicht in g, $\geq 3500\text{g}$ (ja/nein) o perinataler Tod (ja/nein), Zeitpunkt (präpartal, sub partu, postpartal)

	<ul style="list-style-type: none"> ○ Nabelschnur-pH (normwertig, Präazidose, Azidose) ○ APGAR-Wert nach 5 min <7 (ja/nein) ○ intensivmedizinische Versorgung (ja/nein) ○ hypoxisch-ischämische Enzephalopathie (ja/ nein)
--	--

Tabelle 3- Übersicht der erhobenen Daten von Frauen mit Uterusruptur

Parameter	Definition
Gravidität	alle bisherigen Schwangerschaften der Frau (inklusive der aktuellen Schwangerschaft) ⁴⁵
Parität	alle Geburten der Frau mit Kindern >500g (exklusive der aktuellen Geburt) ⁶⁶
vaginale Geburt	Spontanpartus, Zangengeburt, Vakuumextraktion
schwangerschaftsinduzierte Hypertonie	systolischer Blutdruckwert ≥ 140 mmHg/ diastolischer Wert ≥ 90 mmHg in zwei Messungen nach der 20.SSW bei zuvor normalem Blutdruck ⁶⁷
Präeklampsie	zusätzlich zur Hypertonie aufgetretene Organmanifestation (beispielsweise eine Proteinurie) ⁶⁷
Eklampsie	tonisch-klonischer Krampfanfall in der Schwangerschaft ohne nachweisbare neurologische Ursache ⁶⁷
HELLP-Syndrom	Hämolyse, erhöhte Transaminasen, Thrombozytopenie ($\leq 100.00/\mu\text{l}$) ⁶⁷
Plazenta accreta	Invasion Trophoblast in das Myometrium ⁴⁵
Plazenta increta	Wachstum Trophoblast bis zur Serosa ⁴⁵
Plazenta percreta	Wachstum Trophoblast bis zu oder in Nachbarorgane ⁴⁵
Plazenta praevia	dystoper Sitz der Plazenta im UUS im Bereich des Isthmus uteri nach der 20. SSW ⁴⁵
Frühgeburt	<37+0 SSW ⁴⁵
Reifgeburt	$\geq 37+0$ bis <42+0 SSW ⁴⁵
Übertragung	$\geq 42+0$ SSW ⁴⁵
Spontanruptur	keine vorherige Sectio oder Myomoperation

Atonie I°	therapiepflichtiger, atoner Uterus mit 500-1000ml Blutverlust ⁶⁶
Atonie II°	therapiepflichtiger, atoner Uterus mit 1001-1500ml Blutverlust ⁶⁶
Atonie III°	therapiepflichtiger, atoner Uterus >1500ml Blutverlust ⁶⁶
Wochenbett: Hypertonus	systolischer Blutdruck ≥ 140 mmHg oder diastolischer Blutdruck ≥ 90 mmHg ⁴⁵
Wochenbett: Anämie	Hämoglobin < 10 g/dl ⁴⁵
perinataler Tod	mindestens 500g Geburtsgewicht und $\geq 21+0$ SSW alt; Tod vor der Geburt, unter der Geburt oder in den ersten sieben Lebenstagen ⁶⁸
fetale Präazidose	Nabelschnur-pH 7,20-7,25 ⁴⁵
fetale Azidose	Nabelschnur-pH $< 7,20$ ⁴⁵
schwere fetale Azidose	Nabelschnur-pH $< 7,0$ ⁴⁵

Tabelle 4- Definitionen einzelner erhobener Parameter

Zur Berechnung der Inzidenz wurden alle Geburten zwischen 2005-2017 an den Standorten Charité Campus Mitte und Virchow-Klinikum berücksichtigt, welche vom Klinik-Controlling bereitgestellt wurden. Um detaillierte Daten für eine Vergleichsgruppe zu erhalten, wurden im geburtsmedizinischen, digitalen Dokumentationsprogramm der Charité (Viewpoint 5) folgende Werte aus den Jahren 2014-2017 entnommen:

- mütterliche Daten: Alter > 35 Jahren (ja/nein)
- gynäkologische und geburtsmedizinische Anamnese: Primipara (ja/nein), Zustand nach ≥ 2 Aborten/ Schwangerschaftsabbrüchen (ja/nein), Zustand nach Sectio (ja/ nein)
- Schwangerschaftsverlauf: Einlings- vs. Mehrlingsschwangerschaft, Gestationsdiabetes (ja/nein), hypertensive Schwangerschaftserkrankung (ja/nein), Plazenta praevia (ja/nein)
- Geburtsverlauf: vorzeitiger Blasensprung (ja/nein), Gestationsalter in SSW bei Geburt (gruppiert), Art der Geburtseinleitung (Oxytocin vs. Prostaglandine), Entbindungsmodus (vaginal vs. Sectio), elektive Sectio, pathologisches CTG

(ja/nein)

- Angaben zum Neugeborenen: Geschlecht, Geburtsgewicht ($\leq 3499\text{g}$, $\geq 3500\text{g}$), APGAR nach 5min < 8 ja/nein, pH-Wert der Nabelarterie $< 7,1$ (ja/nein)
- Wochenbettkomplikationen: Anämie (ja/nein), Fieber > 2 Tage (ja/nein), Wundheilungsstörung (ja/nein), sonstige Komplikationen (ja/nein), maternaler Tod (ja/nein)

Aufgrund der gesammelten Daten war es nicht möglich, Angaben in der Kontrollgruppe für einzelne Fälle oder Subgruppen zu analysieren. Ebenfalls wurden Cut-off-Werte vom Programm vorgegeben, sodass keine individuelle Modellierung möglich war und demnach Cut-off-Werte für einige Variablen in den einzelnen Analysen der Uterusruptur vs. Kontrollgruppe im Vergleich zu den übrigen Analysen variieren. Die Daten der Kontrollgruppe konnten lediglich für den Zeitraum von 2014-2017 und nicht den gesamten Studienzeitraum aus Viewpoint 5 entnommen werden, da das Programm nur in diesem Zeitraum zur Dokumentation der Geburten an beiden Standorten verwendet wurde.

2.4. Statistische Auswertung

Zunächst wurde die Inzidenz der Uterusruptur ermittelt. Hierfür wurde die kumulative Inzidenz in Prozent berechnet, indem die Anzahl der Geburten mit Uterusruptur durch die Vergleichskohorte ohne Uterusruptur im gleichen Untersuchungszeitraum geteilt wurde. Die Berechnung erfolgte zum einen für den gesamten Untersuchungszeitraum und zusätzlich separat für jedes Jahr. Des Weiteren wurde die Inzidenz nach dem gleichen Schema für die offene und gedeckte Uterusruptur separat berechnet.

Für die weitere statistische Analyse wurden zunächst alle Fälle mit Uterusruptur mit der Kontrollgruppe bzgl. Patientencharakteristika, peripartalen Verlauf und Outcomes von Mutter und Kind verglichen. In einem zweiten Schritt wurden die Fälle mit gedeckter Uterusruptur mit Fällen der offenen Uterusruptur verglichen. Hierbei wurden die sieben Fälle, in welchen keine klare Zuordnung in gedeckte oder offene Uterusruptur getroffen werden konnte, nicht berücksichtigt. Darüber hinaus erfolgte der statistische Vergleich von Fällen bezüglich des angestrebten Geburtsmodus (TOLAC vs. ERCD), jeweils unterteilt nach der vorliegenden Ruptur-Form. Die Daten der geborenen Kinder wurden von Einlings- und Mehrlingsschwangerschaften getrennt ausgewertet. Kinder, welche

bereits vor der Krankenhausaufnahme verstorben waren, sowie Aborte wurden für die weitere Outcome-Analyse nicht berücksichtigt.

Die Darstellung der metrischen Variablen erfolgte mittels Median und Range (Minimum und Maximum). Die univariate Analyse wurde bei parametrischen Daten mittels dem Student-t-Test und bei nicht-parametrischen Variablen mittels Mann-Whitney-U-Test durchgeführt. Auf Normalverteilung wurde mit dem Shapiro-Wilk-Test getestet. Kategoriale Variablen wurden mit absoluten und relativen Zahlen dargestellt. Die Prüfung auf statistische Signifikanz erfolgte mittels Chi-Quadrat Test oder exaktem Test nach Fisher.

Um potentielle Risikofaktoren für eine offene Uterusruptur zu identifizieren, wurde eine multivariate Analyse als binär logistisches Regressionsmodell (offene vs. gedeckte Uterusruptur) erstellt. Hierbei wurden lediglich solche Variablen in das Modell aufgenommen, die bei der univariaten Analyse statistisch signifikant waren ($p < 0,05$). Aufgrund fehlender Werte wurde eine multiple Imputation mit einer Stichprobenanzahl von $n=5$ durchgeführt. Die Odds Ratios (OR) wurden mit dem zugehörigen 95%igem Konfidenzintervall dargestellt. Die Erstellung und Auswertung der multivariaten Analyse erfolgte mit Hilfe von Dr. rer. nat. Konrad Neumann, Statistiker am Institut für medizinische Biometrie.

Die gesamte statistische Analyse erfolgte mit dem Programm IBM SPSS Statistics 25. Die p-Werte wurden als signifikant gewertet, wenn das Signifikanzniveau $p < 0,05$ erreicht war.

Die Erstellung der Grafiken und Diagramme erfolgte durch SPSS und Microsoft Office Excel. Zur Gestaltung der Tabellen wurde zusätzlich Microsoft Office Word verwendet. Alle angegebenen Zahlen, abgesehen vom p-Wert, wurden auf eine Nachkommastelle gerundet. Bedingt durch das retrospektive Studiendesign wurde bei fehlenden Werten die Gesamtzahl in der betreffenden Kategorie angepasst.

3. Ergebnisse

Insgesamt wurden 92 Fälle von Uterusrupturen in die Studie eingeschlossen. Hiervon hatten 29 Patientinnen (31,5%) eine offene Uterusruptur und 56 (60,9%) eine gedeckte. Weitere sieben Patientinnen (7,6%) konnten den beiden Gruppen nicht eindeutig zugeordnet werden (Abbildung 2).

3.1. Inzidenz der Uterusruptur

Im Studienzeitraum erfolgten insgesamt 64.063 Geburten, bei denen insgesamt n=92 dokumentierte und verifizierte Uterusrupturen auftraten. Dies entspricht einer Inzidenz der Uterusruptur von 0,14%. Die kumulative Inzidenz der offenen Uterusruptur liegt bei 0,05% und die der gedeckten bei 0,09%. Der zeitliche Verlauf der Inzidenz ist in Abbildung 3 dargestellt. Die Inzidenz erreichte bei Betrachtung aller Rupturen im Jahr 2006 mit 0,04% ihren Minimalwert und im Jahr 2015 mit 0,34% ihren Maximalwert. Tendenziell zeigt sich eine über die Jahre ansteigende Inzidenz. Dies ließ sich sowohl bei Betrachtung aller Uterusrupturen als auch bei der gedeckten und offenen Uterusruptur beobachten.

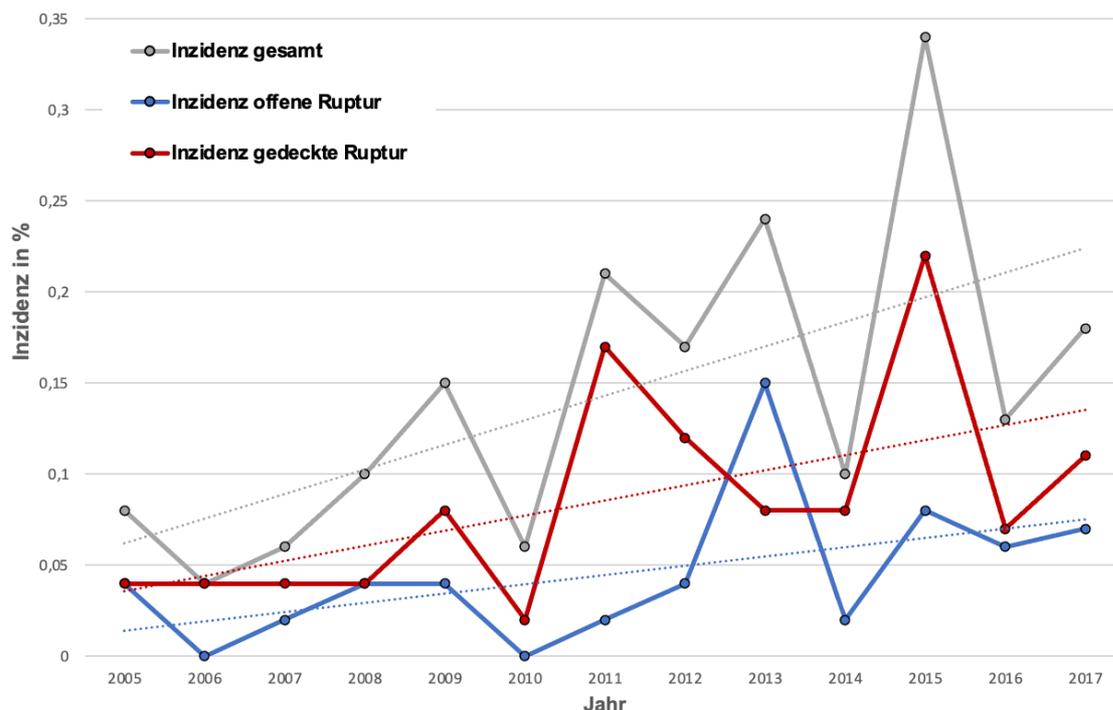


Abbildung 3- Inzidenz der Uterusruptur in Prozent zwischen 2005 und 2017: dargestellt ist die Inzidenz der Uterusruptur insgesamt (grau) sowie der offenen (blau) und gedeckten (rot) Uterusruptur. Die Trendlinien der Inzidenz sind gestrichelt in der jeweiligen Farbe hinterlegt.

3.2. Unterschiede zwischen offener und gedeckter Uterusruptur

3.2.1. Patientencharakteristika

Die maternalen Patientencharakteristika im Vergleich zwischen beiden Gruppen sind in Tabelle 5 dargestellt, wobei keine signifikanten Unterschiede bzgl. der verglichenen Parameter auftraten.

maternale Charakteristika	gedeckte Ruptur (n=56)	offene Ruptur (n=29)	p-Wert
Alter in Jahren, Median (Range)	32 (19-42)	33 (20-43)	0,706 ³
Alter > 35 Jahre, n (%)	16 (28,6)	9 (31,0)	0,813 ¹
Körpergröße in cm, Median (Range)	164 (150-176)	165 (150-177)	0,562 ⁴
Körpergröße ≤160cm, n (%)	14 (25,5)	8 (29,6)	0,688 ¹
BMI in kg/m ² , Median (Range)	27,7 (20,7-39,8)	28,7 (16,4-50,2)	0,437 ⁴
BMI >30kg/m ² , n (%)	15 (27,8)	11 (47,8)	0,089 ¹
HIV-positiv, n (%)	1 (4,3)	4 (8,5)	1,000 ²
Afroamerikanische Staatsangehörigkeit, n (%)	3 (5,5)	3 (10,7)	0,400 ²

Tabelle 5- Patientencharakteristika im Vergleich zwischen offener und gedeckter Uterusruptur

¹Chi-Quadrat-Test, ²exakter Test nach Fisher, ³Mann-Whitney-U-Test, ⁴Student-t-Test

3.2.2. Geburtshilfliche Anamnese

Geburtshilfliche und anamnestische Daten im Vergleich zwischen offener und gedeckter Ruptur sind in Tabelle 6 dargestellt. Eine Parität ≥ 3 , vorherige vaginale Geburt und Spontanruptur lag bei Frauen mit offener Ruptur signifikant häufiger vor im Vergleich zur gedeckten Ruptur. Des Weiteren war die mediane Anzahl vorheriger vaginaler Geburten bei offener Ruptur höher. Frauen mit gedeckter Ruptur hatten signifikant häufiger eine vorherige Sectio.

anamnestische Daten	gedeckte Ruptur (n=56)	offene Ruptur (n=29)	p-Wert
Gravidität, Median (Range)	2 (1-8)	3 (1-7)	0,909 ³
Parität, Median (Range)	1 (0-7)	1 (0-3)	0,685 ³
Parität ≥ 3 , n (%)	6 (10,7)	9 (31,0)	0,020¹
Zustand nach Abort, n (%)	13 (23,6)	9 (32,1)	0,406 ¹
Zustand nach Schwangerschaftsabbruch, n (%)	8 (14,5)	1 (3,6)	0,128 ¹
Zustand nach ≥ 2 Aborten/ Schwangerschaftsabbrüchen, n (%)	11 (20,0)	3 (10,7)	0,285 ¹
Zustand nach Kürettage, n (%)	9 (18,4)	5 (20,0)	0,865 ¹
Zustand nach extrauteriner Gravidität, n (%)	1 (1,8)	1 (3,6)	1,000 ²
Zustand nach vaginaler Geburt, n (%)	6 (10,7)	10 (34,5)	0,008¹
Anzahl vorheriger vaginaler Geburten, Median (Range)	1 (1-4)	2 (1-3)	0,047³
Keine Uterusvoroperation (Spontanruptur), n (%)	1 (1,8)	4 (13,8)	0,044²
Zustand nach Sectio, n (%)	55 (98,2)	23 (79,3)	0,006²
Anzahl vorheriger Sectiones, Median (Range)	1 (1-3)	1 (1-3)	0,080 ³
Zustand nach VBAC, n (%)	1 (1,8)	3 (10,3)	0,113 ²
Zustand nach Myomoperation, n (%)	4 (7,1)	3 (10,3)	0,686 ²

Tabelle 6- Übersicht zu Graviditäten vor Auftreten der Uterusruptur zwischen offener und gedeckter Ruptur

¹Chi-Quadrat-Test, ²exakter Test nach Fisher, ³Mann-Whitney-U-Test

3.2.3. Schwangerschaftsverlauf und -risiken

Eine Zusammenfassung der erhobenen Parameter zum Schwangerschaftsverlauf und -risiken im Vergleich zwischen offener und gedeckter Ruptur ist in Tabelle 7 dargestellt. Eine PAS lag bei offener Ruptur signifikant häufiger vor im Vergleich zur gedeckten Ruptur.

Charakteristika	gedeckte Ruptur (n=56)	offene Ruptur (n=29)	p-Wert
Mehrlingsschwangerschaft, n (%)	1 (1,8)	2 (6,9)	0,267 ²
ICSI, n (%)	0 (0)	6,9 (2)	0,114 ²
Gestationsdiabetes, n (%)	9 (16,4)	1 (4,2)	0,134 ¹
Hypertensive Schwangerschaftserkrankung, n (%)	1 (1,8)	2 (6,9)	0,267 ²
PAS, n (%)	1 (1,8)	4 (13,8)	0,044²
Plazenta praevia, n (%)	1 (1,8)	1 (3,4)	1,000 ²
UUS ≤2mm, n (%)	12 (57,1)	1 (20)	0,322 ²

Tabelle 7- Schwangerschaftsanamnestische Daten und -risiken im Vergleich zwischen offener und gedeckter Ruptur

¹Chi-Quadrat-Test, ²exakter Test nach Fisher

3.2.4. Geburtsmodus und -verlauf

Charakteristika zum Geburtsmodus und -verlauf verglichen zwischen offener und gedeckter Ruptur sind in Tabelle 8 dargestellt. Verglichen mit der gedeckten Ruptur trat die offene Uterusruptur signifikant häufiger im Rahmen eines TOLACs sowie nach Wehenbeginn auf und zeigte häufiger Symptome.

Charakteristika	gedeckte Ruptur (n=56)	offene Ruptur (n=29)	p-Wert
Intervall zur vorherigen Geburt in Jahren, Median (Range)	3 (1-11)	2,5 (1-9)	0,875 ³
Intervall zur vorherigen Geburt <16 Monate, n (%)	8 (17,0)	3 (17,6)	0,953 ¹
Gestationsalter in SSW bei Einlingsschwangerschaft, Median (Range)	39 (34-44)	40 (23-42)	0,193 ³
Übertragung, n (%)	1 (1,8)	0 (0)	1,000 ²
Vorzeitiger Blasensprung, n (%)	6 (10,9)	3 (10,3)	0,937 ¹
Amniotomie, n (%)*	4 (13,8)	6 (26,1)	0,264 ¹
<u>Weheneinleitung, n (%)*</u> mit Prostaglandinen, n (%) mit Oxytocin, n (%)	<u>2 (6,9)</u> 1 (50) 1 (50)	<u>4 (17,4)</u> 1 (25) 3 (75)	<u>0,387²</u>
Wehenaugmentation, n (%)*	10 (34,5)	9 (39,1)	0,730 ¹
Dosis Oxytocin in I.E., Median (Range)	0,52 (0,1-3,6)	1,7 (0,2-5,7)	0,137 ³
PDA, n (%)	39 (70,9)	17 (58,6)	0,256 ¹
Elektive Sectio, n (%)	27 (48,2)	4 (14,8)	0,003 ¹
Auftreten der Ruptur nach Wehenbeginn, n (%)	21 (37,5)	20 (69,0)	0,006¹
<u>TOLAC, n (%)</u> <u>VBAC, n (%)</u>	<u>15 (26,8)</u> 0 (0)	<u>15 (65,2)</u> 1 (6,7)	<u>0,001¹</u>
<u>Symptomatische Ruptur, n (%)</u> pathologisches CTG, n (%) starke Schmerzen im UUS, n (%) Kreislaufbeschwerden, n (%)	<u>26 (47,3)</u> 10 (38,5) 16 (61,5) 0 (0)	<u>26 (89,7)</u> 8 (30,8) 16 (61,5) 2 (7,7)	<u><0,001¹</u>

Tabelle 8- Charakteristika zu Geburtsmodus und -verlauf im Vergleich zwischen offener und gedeckter Ruptur

*bezogen auf alle Frauen ohne elektive Sectio

¹Chi-Quadrat-Test, ²exakter Test nach Fisher, ³Mann-Whitney-U-Test

3.2.5. Outcome

Das maternale Outcome im Vergleich zwischen beiden Ruptur-Formen ist in Tabelle 9 dargestellt. Nach offener Uterusruptur war der mediane Blutverlust signifikant höher sowie ein Blutverlust $\geq 1000\text{ml}$, eine Uterus-Atonie, Wochenbettkomplikationen und Erythrozytenkonzentrat-Gaben häufiger im Vergleich zur gedeckten Ruptur.

maternale Outcome-Parameter	gedeckte Ruptur (n=56)	offene Ruptur (n=29)	p-Wert
Blutverlust in ml, Median (Range)	500 (300-1500)	1000 (150-4000)	<0,001³
Blutverlust $\geq 1000\text{ml}$, n (%)	3 (6,0)	15 (53,6)	<0,001¹
Atonie, n (%)	<u>3 (6,1)</u>	<u>10 (35,7)</u>	<u>0,001¹</u>
I°, n (%)	1 (33,3)	0 (0)	
II°, n (%)	2 (66,7)	4 (40)	
III°, n (%)	0 (0)	6 (60)	
Hysterektomie, n (%)	1 (1,8)	3 (10,3)	0,113 ²
Wochenbettkomplikationen, n (%)	<u>23 (41,1)</u>	<u>19 (67,9)</u>	<u>0,021¹</u>
Fieber $>2\text{d } >38^\circ\text{C post partum}$, n (%)	2 (8,7)	4 (21,0)	
Wundheilungsstörung, n (%)	2 (8,7)	3 (15,8)	
Hypertonus, n (%)	0 (0)	2 (10,5)	
Anämie, n (%)	20 (87,0)	17 (89,5)	
Gabe von Erythrozytenkonzentraten, n (%)	2 (3,6)	10 (34,5)	<0,001¹
Maternaler Tod, n (%)	0 (0)	0 (0)	k. A. ⁴

Tabelle 9- Maternales Outcome nach offener und gedeckter Uterusruptur

¹Chi-Quadrat-Test, ²exakter Test nach Fisher, ³Mann-Whitney-U-Test, ⁴keine Berechnung möglich

Insgesamt kamen 82 Kinder nach einer Einlingsschwangerschaft zur Welt, Tabelle 10 zeigt deren Outcome im Vergleich zwischen offener und gedeckter Ruptur. Eine Azidose, APGAR-5 <7 und intensivmedizinische Versorgung waren bei geborenen Kindern nach offener Uterusruptur signifikant häufiger im Vergleich zur gedeckten Ruptur.

fetale Outcome-Parameter	gedeckte Ruptur (n=55)	offene Ruptur (n=27)	p-Wert
Geschlecht männlich, n (%)	33 (60,0)	16 (59,3)	0,949 ¹
Geburtsgewicht in g, Median (Range)	3175 (1990-4460)	3440 (420-4490)	0,447 ³
Geburtsgewicht ≥ 3500g, n (%)	19 (34,5)	11 (40,7)	0,584 ¹
<u>Perinataler Tod, n (%)</u> <i>Tod vor Klinikaufnahme, n (%)</i>	<u>0 (0)</u>	<u>2 (7,4)</u> 1 (50)	<u>0,304²</u>
Fetale Azidose, n (%)	3 (5,6)	13 (52,0)	<0,001¹
APGAR-5 < 7, n (%)	1 (1,8)	7 (28,0)	<0,001¹
Intensivmedizinische Betreuung, n (%)	5 (9,1)	11 (44,0)	<0,001¹
Hypoxisch-ischämische Enzephalopathie, n (%)	0 (0)	2 (8,0)	0,100 ²

Tabelle 10- Fetale Outcome-Parameter bei Einlingen im Vergleich zwischen offener und gedeckter Ruptur

¹Chi-Quadrat-Test, ²exakter Test nach Fisher, ³Mann-Whitney-U-Test

3.3. Multivariate Risikofaktoranalyse für eine offene Uterusruptur

Zur Identifizierung von Risikofaktoren für eine offene Uterusruptur wurde zunächst eine univariate Analyse durchgeführt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 11 dargestellt. Hierbei zeigte sich, dass ein TOLAC (OR=6,5, 95% KI 2,6-16,5, $p < 0,001$), ein Spontanpartus in der Anamnese (OR=4,4, 95% KI 1,4-13,7, $p = 0,011$), eine Parität ≥ 3 (OR=3,8, 95% KI 1,2-11,9, $p = 0,025$), die Gabe von Oxytocin während der Geburt (OR=2,9, 95% KI 1,1-7,8, $p = 0,036$) sowie eine Sectio in der Anamnese (OR=0,07, 95% KI 0,1-0,6, $p = 0,016$) das Auftreten der offenen Uterusruptur beeinflussten. Nach Erstellung eines multivariaten Modells zeigte sich der TOLAC als einziger Risikofaktor für eine offene Uterusruptur (OR 7,429, 95% KI 1,4-38,3, $p = 0,017$).

	Univariat		Multivariat	
	OR (95% KI)	p-Wert*	OR (95% KI)	p-Wert*
Alter der Mutter > 35 Jahre	1,125 (0,423-2,989)	0,813		
Größe der Mutter	1,023 (0,948-1,103)	0,557		
BMI > 30kg/m ²	0,420 (0,153-1,154)	0,093		
Afroamerikanische Herkunft	1,125 (0,397-3,186)	0,825		
HIV- Erkrankung der Mutter	0,489 (0,051-4,639)	0,533		
Parität ≥ 3	3,750 (1,180-11,913)	0,025	4,568 (0,873-23,902)	0,072
Z.n. vaginaler Geburt*	4,386 (1,400-13,737)	0,011	0,882 (0,173-4,508)	0,880
Anzahl der Spontanparti	0,628 (0,161-2,440)	0,501		
Z.n. > 1 Abort/ Schwangerschaftsabbruch*	0,472 (0,121-1,848)	0,281		
Z.n. Sectio*	0,070 (0,08-0,612)	0,016	0,118 (0,007-1,891)	0,131
Anzahl der vorherigen Sectiones	0,430 (0,141-1,314)	0,139		
Z.n. Myomoperation*	1,500 (0,312-7,204)	0,613		
Spontanruptur	0,114 (0,012-1,069)	0,057		
Zwillingsschwangerschaft	0,196 (0,036-1,078)	0,061		

Alisa Kästner: Inzidenz und Einflussfaktoren der offenen Uterusruptur

Gestationsalter (Zwillinge ausgenommen)	0,940 (0,821-1,077)	0,372		
Geburtsintervall < 16 Monate	0,813 (0,193-3,428)	0,777		
hypertensive Schwangerschafts- erkrankung	4,074 (0,354-46,941)	0,260		
Gestationsdiabetes	0,222 (0,027-1,862)	0,166		
PAS	8,800 (0,935-82,804)	0,057		
UUS ≤ 2mm	0,167 (0,016-1,777)	0,138		
TOLAC	6,540 (2,586-16,540)	<0,001	7,429 (1,440-38,320)	0,017
PDA	0,581 (0,227-1,489)	0,258		
Oxytocin-Gabe	2,888 (1,073-7,774)	0,036	0,882 (0,179-4,351)	0,878
Prostaglandin-Gabe	1,964 (0,118-32,591)	0,638		
Geburtsgewicht Kind > 4000 g (ohne Mehrlinge)	1,739 (0,427-7,084)	0,440		

Tabelle 11- multivariate Risikofaktoranalyse für eine offene Uterusruptur

*Z.n.: Zustand nach

3.4. Einfluss des geplanten Geburtsmodus (TOLAC vs. ERCD)

Bezogen auf die Gesamtkohorte wurde bei 35,3% (n=30) der Frauen ein TOLAC als geplanter Entbindungsmodus durchgeführt, davon hatten 50% (n=15) eine gedeckte Ruptur und 50% (n=15) eine offene Ruptur. Bei 34,1% (n=29) der Frauen wurde ein ERCD als Entbindungsmodus durchgeführt, davon hatten 89,7% (n=26) eine gedeckte Ruptur und 10,3% (n=3) eine offene Ruptur.

3.4.1. Patientencharakteristika

Tabelle 12 zeigt die maternalen Charakteristika im Vergleich zwischen TOLAC und ERCD abhängig von der Ruptur-Form. Dabei zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen TOLAC und ERCD. Im Subgruppenvergleich zeigte sich, dass Frauen mit ERCD und offener Uterusruptur eine signifikant größere mediane Körpergröße im Vergleich zu Frauen mit ERCD und gedeckter Uterusruptur aufwiesen.

Maternale Charakteristika	TOLAC (n=30)			ERCD (n=29)			*p-Wert
	Gedeckte Ruptur (n=15)	Offene Ruptur (n=15)	p-Wert	Gedeckte Ruptur (n=26)	Offene Ruptur (n=3)	p-Wert	
Alter in Jahren, Median (Range)	34 (25-39)	31 (20-41)	0,950 ³	32 (19-42)	36 (32-38)	0,518 ⁴	0,749 ³
Alter > 35 Jahre, n (%)	4 (26,7)	5 (33,3)	1,000 ²	9 (34,6)	2 (66,7)	0,539 ²	0,520 ¹
Körpergröße in cm, Median (Range)	164 (150-173)	165 (155-175)	0,750 ³	163 (150-176)	172 (165-177)	0,034⁴	0,377 ³
Körpergröße ≤160cm, n (%)	3 (21,4)	5 (33,3)	0,682 ²	9 (34,6)	0 (0)	0,532 ²	0,773 ¹
BMI in kg/m ² , Median (Range)	27,9 (20,9-39,8)	28,7 (16,4-50,2)	0,843 ³	26,8 (20,7-37,1)	30,9 (26,4-31,3)	0,223 ⁴	0,269 ³
BMI >30kg/m ² , n (%)	6 (42,9)	6 (46,2)	0,863 ¹	5 (19,2)	2 (66,7)	0,136 ²	0,109 ¹
HIV-positiv, n (%)	1 (9,1)	1 (9,1)	1,000 ²	1 (4,3)	0 (0)	1,000 ²	0,587 ²
Afroamerikanische Staatsangehörigkeit, n (%)	2 (13,3)	1 (6,7)	1,000 ²	1 (4,0)	0 (0)	1,000 ²	0,612 ²

Tabelle 12- Patientencharakteristika im Vergleich zwischen TOLAC und ERCD, unterteilt nach Ruptur-Form

¹Chi-Quadrat-Test, ²exakter Test nach Fisher, ³Student-t-Test, ⁴Mann-Whitney-U-Test

*p-Wert Vergleich zwischen TOLAC und ERCD

3.4.2. Geburtshilfliche Anamnese

Eine Übersicht zu vorherigen Graviditäten im Vergleich zwischen TOLAC und ERCD, unterteilt nach der Ruptur-Form, bei Frauen mit Uterusruptur ist in Tabelle 12 dargestellt. Die mediane Anzahl vorheriger Sectiones war bei Frauen mit TOLAC signifikant niedriger im Vergleich zum ERCD. Im Subgruppenvergleich bei Frauen mit TOLAC zeigte sich, dass Frauen mit offener Ruptur eine signifikant höhere mittlere Anzahl vorheriger vaginaler Geburten aufwiesen im Vergleich zu Frauen mit gedeckter Ruptur.

Anamnestiche Daten	TOLAC (n=30)			ERCD (n=29)			*p-Wert
	Gedeckte Ruptur (n=15)	Offene Ruptur (n=15)	p-Wert	Gedeckte Ruptur (n=26)	Offene Ruptur (n=3)	p-Wert	
Gravidität, Median (Range)	2 (2-7)	2 (2-5)	0,800 ⁴	2,5 (2-8)	3 (2-4)	0,909 ⁴	0,473 ⁴
Parität, Median (Range)	1 (1-2)	1 (1-3)	0,425 ⁴	1 (1-4)	1 (1-3)	1,000 ⁴	0,416 ⁴
Parität ≥3, n (%)	0 (0)	4 (26,7)	0,100 ²	3 (11,5)	1 (33,3)	0,371 ²	1,000 ²
Zustand nach Abort, n (%)	2 (13,3)	3 (20,0)	1,000 ²	6 (23,1)	1 (33,3)	1,000 ²	0,476 ¹
Zustand nach Schwangerschaftsabbruch, n (%)	3 (20,0)	0 (0)	0,224 ²	2 (7,7)	0 (0)	1,000 ²	1,000 ²
Zustand nach ≥2 Aborten/Schwangerschaftsabbrüchen, n (%)	3 (20,0)	1 (6,7)	0,598 ²	3 (11,5)	0 (0)	1,000 ²	1,000 ²
Zustand nach Kürettage, n (%)	3 (23,1)	0 (0)	0,220 ²	2 (9,1)	1 (33,3)	0,330 ²	1,000 ²
Zustand nach extrauteriner Gravidität, n (%)	0 (0)	0 (0)	⁵	1 (3,8)	0 (0)	1,000 ²	0,492 ²
Zustand nach vaginaler Geburt, n (%)	3 (20,0)	5 (33,3)	0,682 ²	3 (11,5)	1 (33,3)	0,371 ²	0,219 ¹
Anzahl vorheriger vaginaler Geburten, Mittelwert ± Standardabweichung	1,0 ± 0	1,8 ± 0,2	0,040⁴	1,0 ± 0	-	-	0,097 ⁴
Spontanruptur, n (%)	0 (0)	0 (0)	⁵	0 (0)	0 (0)	⁵	-
Zustand nach Sectio, n (%)	15 (100)	15 (100)	⁵	26 (100)	3 (100)	⁵	-
Anzahl vorheriger Sectiones, Mittelwert ± Standardabweichung	1,07 ± 0,67	1,0 ± 0	0,317 ⁴	1,46 ± 0,138	1,33 ± 0,456	0,865 ⁴	0,002⁴
Zustand nach VBAC, n (%)	1 (6,7)	3 (20,0)	0,598 ²	0 (0)	0 (0)	⁵	0,112 ²
Zustand nach Myomoperation, n (%)	0 (0)	0 (0)	⁵	3 (11,5)	0 (0)	1,000 ²	0,112 ²

Tabelle 13- Übersicht zu Graviditäten vor Auftreten der Uterusruptur zwischen TOLAC und ERCD, unterteilt nach Ruptur-Form

¹Chi-Quadrat-Test, ²exakter Test nach Fisher, ³Student-t-Test, ⁴Mann-Whitney-U-Test, ⁵keine Berechnung möglich,

*p-Wert Vergleich zwischen TOLAC und ERCD

3.4.3. Schwangerschaftsverlauf und -risiken

Tabelle 14 zeigt den Vergleich zwischen TOLAC und ERCD mit zusätzlicher Unterteilung nach der Ruptur-Form bezüglich Daten zu Schwangerschaftsverlauf und -risiken. Eine dokumentierte Messung des UUS lag bei 18 der 59 Frauen vor, dabei hatten Frauen mit ERCD signifikant häufiger ein UUS ≤ 2 mm im Vergleich zu Frauen mit TOLAC.

Charakteristika	TOLAC (n=30)			ERCD (n=29)			*p-Wert
	Gedechte Ruptur (n=15)	Offene Ruptur (n=15)	p-Wert	Gedechte Ruptur (n=26)	Offene Ruptur (n=3)	p-Wert	
Mehrlingsschwangerschaft, n (%)	0 (0)	0 (0)	³	0 (0)	1 (33,3)	0,103 ²	0,492 ¹
ICSI, n (%)	0 (0)	0 (0)	³	0 (0)	1 (33,3)	0,103 ²	0,492 ¹
Gestationsdiabetes, n (%)	2 (13,3)	1 (9,1)	1,000 ²	5 (20,0)	0 (0)	1,000 ²	0,706 ¹
hypertensive Schwangerschaftserkrankung, n (%)	0 (0)	1 (6,7)	1,000 ²	0 (0)	0 (0)	³	1,000 ¹
PAS, n (%)	0 (0)	1 (6,7)	1,000 ²	0 (0)	1 (33,3)	0,103 ²	1,000 ¹
Plazenta praevia, n (%)	0 (0)	0 (0)	³	1 (3,8)	0 (0)	1,000 ²	0,492 ¹
UUS ≤ 2 mm, n (%)	1 (12,5)	1 (25)	1,000 ²	5 (83,3)	k. A.	³	0,013¹

Tabelle 14- Schwangerschaftsanamnestische Daten und -risiken im Vergleich zwischen TOLAC und ERCD, unterteilt nach Ruptur-Form

¹Chi-Quadrat-Test, ²exakter Test nach Fisher, ³keine Berechnung möglich, k. A.: keine Angabe

*p-Wert Vergleich zwischen TOLAC und ERCD

3.4.4. Geburtsmodus und -verlauf

In Tabelle 15 sind Charakteristika zu Geburtsmodus und -verlauf im Vergleich zwischen TOLAC und ERCD in Abhängigkeit von der Ruptur-Form aufgeführt. Das mediane Gestationsalter bei Entbindung war in der TOLAC-Gruppe signifikant höher im Vergleich zur ERCD-Gruppe. Des Weiteren erhielten Frauen mit TOLAC signifikant häufiger eine PDA und hatten häufiger eine offene sowie symptomatische Uterusruptur. In den Subgruppenvergleichen zeigten sich keine signifikanten Unterschiede.

Charakteristika	TOLAC (n=30)			ERCD (n=29)			*p-Wert
	Gedeckte Ruptur (n=15)	Offene Ruptur (n=15)	p-Wert	Gedeckte Ruptur (n=26)	Offene Ruptur (n=3)	p-Wert	
Intervall zur vorherigen Geburt in Jahren, Median (Range)	3 (1-11)	2 (1-11)	0,749 ⁴	3 (1-8)	2 (1-4)	0,619 ⁴	0,605 ⁴
Intervall zur vorherigen Geburt <16 Monate, n (%)	1 (8,3)	1 (10,0)	1,000 ²	5 (21,7)	1 (33,3)	1,000 ²	0,260 ²
Gestationsalter in SSW bei Einlingsschwangerschaft, Median (Range)	41 (35-42)	40 (24-42)	0,237 ⁴	39 (34-44)	39,5 (38-41)	0,466 ⁴	<0,001⁴
Übertragung, n (%)	0 (0)	0 (0)	⁵	1 (3,8)	0 (0)	1,000 ²	0,492 ²
Vorzeitiger Blasensprung, n (%)	3 (20,0)	3 (20,0)	1,000 ²	-	-	-	-
Amniotomie, n (%)	4 (26,7)	5 (33,3)	1,000 ²	-	-	-	-
<u>Weheneinleitung, n (%)</u> mit Prostaglandinen, n (%)	<u>2 (13,3)</u> 1 (50,0)	<u>4 (26,7)</u> 1 (25,0)	<u>0,651²</u>	-	-	-	-
mit Oxytocin, n (%)	1 (50,0)	3 (75,0)					
Wehenaugmentation, n (%)	10 (66,7)	8 (53,3)	0,456 ¹	-	-	-	-
Dosis Oxytocin in I.E., Median (Range)	0,52 (0,08-3,60)	1,95 (0,16-5,72)	0,084 ⁴	-	-	-	-
PDA, n (%)	14 (93,3)	13 (86,7)	1,000 ²	14 (56,0)	0 (0)	0,222 ²	0,001¹
Regionalanästhesie, n (%)	14 (93,3)	13 (86,7)	1,000 ²	21 (84,0)	2 (66,7)	0,459 ²	0,464 ²
VBAC, n (%)	0 (0)	1 (6,7)	⁵	-	-	-	.
Offene Ruptur	0 (0)	15 (100)	⁵	0 (0)	3 (100)	⁵	0,001¹
<u>Symptomatische Ruptur, n (%)</u>	<u>14 (93,3)</u>	<u>14 (93,3)</u>	<u>1,000²</u>	<u>7 (28,0)</u>	<u>2 (66,7)</u>	<u>0,234²</u>	<0,001¹
pathologisches CTG, n (%)	13 (92,9)	8 (57,1)		3 (42,9)	2 (100)		
starke Schmerzen im UUS, n (%)	1 (7,1)	5 (35,7)		4 (57,1)	0 (0)		
Kreislaufbeschwerden, n (%)	0	1 (7,1)		0	0 (0)		

Tabelle 15- Charakteristika zu Geburtsmodus und -verlauf im Vergleich TOLAC und ERCD, unterteilt nach Ruptur-Form

¹Chi-Quadrat-Test, ²exakter Test nach Fisher, ³Student-t-Test, ⁴Mann-Whitney-U-Test, ⁵keine Berechnung möglich

*p-Wert Vergleich zwischen TOLAC und ERCD

3.4.5. Outcome

Das maternale Outcome nach TOLAC und ERCD abhängig von der Ruptur-Form ist in Tabelle 16 dargestellt. Im Hinblick auf das maternale Outcome traten keine signifikanten Unterschiede zwischen TOLAC und ERCD auf. Bei Frauen mit TOLAC trat nach offener Ruptur ein signifikant höherer medianer Blutverlust sowie signifikant häufiger ein Blutverlust ≥ 1000 ml auf verglichen zur gedeckten Ruptur. Bei Frauen mit ERCD zeigte sich nach offener Ruptur ein signifikant höherer medianer Blutverlust im Vergleich zur gedeckten Ruptur.

Maternale Outcome-Parameter	TOLAC (n=30)			ERCD (n=29)			*p-Wert
	Gedechte Ruptur (n=15)	Offene Ruptur (n=15)	p-Wert	Gedeckte Ruptur (n=26)	Offene Ruptur (n=3)	p-Wert	
Blutverlust in ml, Median (Range)	500 (300-500)	800 (150-3000)	<0,001⁴	500 (300-1000)	800 (700-2500)	0,015⁴	0,748 ⁴
Blutverlust ≥ 1000 ml, n (%)	0 (0)	5 (33,3)	0,042²	1 (4,8)	1 (33,3)	0,239 ²	0,436 ²
Atonie, n (%)	0 (0)	4 (26,7)	<u>0,102²</u>	1 (4,8)	1 (33,3)	<u>0,239²</u>	<u>0,674²</u>
I°, n (%)		0 (0)		1 (100)	0 (0)		
II°, n (%)		3 (75)		0 (0)	0 (0)		
III°, n (%)		1 (25)		0 (0)	1 (100)		
Hysterektomie, n (%)	0 (0)	0 (0)	⁵	0 (0)	1 (33,3)	0,103 ²	0,492 ²
Wochenbettkomplikationen, n (%)	5 (33,3)	10 (66,7)	<u>0,068¹</u>	12 (46,2)	1 (33,3)	<u>$\frac{1,000}{2}$</u>	<u>0,691¹</u>
Fieber >2d >38°C post partum, n (%)	0 (0)	2 (20,0)		2 (16,7)	0 (0)		
Wundheilungsstörung, n (%)	0 (0)	1 (10,0)		2 (16,7)	0 (0)		
Hypertonus, n (%)	0 (0)	1 (6,7)		0 (0)	1 (100)		
Anämie, n (%)	5 (100)	9 (60,0)		8 (66,7)	1 (100)		
Gabe von Erythrozytenkonzentraten, n (%)	0 (0)	3 (20,0)	0,224 ²	1 (3,8)	1 (33,3)	0,200 ²	1,000 ²
Maternaler Tod, n (%)	0 (0)	0 (0)	⁵	0 (0)	0 (0)	⁵	⁵

Tabelle 16- Maternales Outcome nach TOLAC und ERCD, unterteilt nach Ruptur-Form

¹Chi-Quadrat-Test, ²exakter Test nach Fisher, ³Student-t-Test, ⁴Mann-Whitney-U-Test, ⁵keine Berechnung möglich

*p-Wert Vergleich zwischen TOLAC und ERCD

Verschiedene Charakteristika und Outcome-Parameter der geborenen Einlinge im Vergleich zwischen TOLAC und ERCD abhängig von der Ruptur-Form sind in Tabelle 17 dargestellt. Das mediane Geburtsgewicht war nach einem TOLAC signifikant höher im Vergleich zum ERCD. Darüber hinaus trat ein Geburtsgewicht $\geq 3500\text{g}$ und eine fetale Azidose bei Kindern nach TOLAC signifikant häufiger auf. Im Subgruppenvergleich zeigte sich bei Kindern geboren nach TOLAC, dass nach offener Ruptur signifikant häufiger eine fetale Azidose sowie eine schwere fetale Azidose im Vergleich zur gedeckten Ruptur auftrat.

Charakteristika und Outcome-Parameter	TOLAC (n=30)			ERCD (n=29)			*p-Wert
	Gedeckte Ruptur (n=15)	Offene Ruptur (n=15)	p-Wert	Gedeckte Ruptur (n=26)	Offene Ruptur (n=3)	p-Wert	
Geschlecht männlich, n (%)	8 (53,3)	9 (60,0)	0,713 ¹	17 (65,4)	2 (100)	1,000 ²	0,380 ¹
Geburtsgewicht in g, Median (Range)	3610 (1990-4460)	3500 (500-4490)	0,709 ⁴	3173 (1990-4060)	3620 (3440-3800)	0,129 ⁴	0,032⁴
Geburtsgewicht $\geq 3500\text{g}$, n (%)	9 (60,0)	8 (53,3)	0,713 ¹	7 (26,9)	1 (50,0)	0,497 ²	0,031¹
Perinataler Tod, n (%)	0 (0)	2 (14,3)	0,224 ²	0 (0)	0 (0)	⁵	0,491 ²
Tod vor Klinikaufnahme, n (%)	0 (0)	1 (50,0)		0 (0)	0 (0)		
Fetale Azidose, n (%)	2 (13,3)	8 (57,1)	0,021²	1 (3,8)	0 (0)	1,000 ²	0,003¹
Schwere fetale Azidose, n (%)	0 (0)	4 (28,6)	0,042²	0 (0)	0 (0)	⁵	0,112 ²
APGAR-5 < 7, n (%)	0 (0)	2 (14,3)	0,224 ²	1 (3,8)	1 (50,0)	0,140 ²	1,000 ²
Intensivmedizinische Betreuung, n (%)	1 (6,7)	5 (35,7)	0,080 ²	3 (11,5)	1 (50,0)	0,270 ²	0,525 ¹
Hypoxisch-ischämische Enzephalopathie, n (%)	0 (0)	0 (0)	⁵	0 (0)	0 (0)	⁵	⁵

Tabelle 17- Charakteristika und Outcome der Einlinge nach TOLAC und ERCD, unterteilt nach Ruptur-Form

¹Chi-Quadrat-Test, ²exakter Test nach Fisher, ³Student-t-Test, ⁴Mann-Whitney-U-Test, ⁵keine Berechnung möglich

*p-Wert Vergleich zwischen TOLAC und ERCD

3.5. Unterschiede zwischen Uterusruptur und Kontrollgruppe

3.5.1. Auswertung Uterusruptur- vs. Kontrollgruppe

Die Vergleichsgruppe umfasste n= 20.556 Fälle für den Zeitraum von 2014 bis 2017 mit Berücksichtigung aller Geburten an der Charité Universitätsmedizin Berlin Campus Mitte und Virchow-Klinikum ohne stattgehabter Uterusruptur.

3.5.2. Patientencharakteristika

Erhobene Patientencharakteristika im Vergleich zwischen Uterusruptur- und Kontrollgruppe sind in Tabelle 18 dargestellt. Es traten keine signifikanten Unterschiede auf.

maternale Charakteristika	Uterusruptur-Gruppe (n=92)	Kontrollgruppe (n=20.556)	p-Wert
Alter > 35 Jahre, n (%)	29 (31,5)	5.355 (26,1)	0,233 ¹
BMI > 30kg/m ² , n (%)	29 (34,5)	6.379 (34,5)	0,776 ¹

Tabelle 18- Patientencharakteristika im Vergleich zwischen Uterusruptur- und Kontrollgruppe

¹Chi-Quadrat-Test

3.5.3. Geburtshilfliche Anamnese

Eine Übersicht zu geburtshilflich-anamnestischen Daten ist in Tabelle 19 dargestellt. In der Kontrollgruppe gab es signifikant häufiger Primipara im Vergleich zur Uterusruptur-Gruppe. Demgegenüber zeigten sich in der Uterusruptur-Gruppe signifikant mehr Frauen mit einer Parität ≥ 3 und Zustand nach Sectio.

anamnetische Daten	Uterusruptur-Gruppe (n=92)	Kontrollgruppe (n=20.556)	p-Wert
Primipara, n (%)	3 (3,3)	9.469 (46,1)	<0,001 ¹
Parität ≥ 3, n (%)	17 (18,5)	2.018 (10,0)	0,007 ¹
Zustand nach ≥ 2 Aborten/ Schwangerschaftsabbrüchen, n (%)	16 (17,4)	2.298 (11,2)	0,059 ¹
Zustand nach Sectio, n (%)	83 (90,2)	2.594 (12,6)	<0,001 ¹

Tabelle 19- Übersicht zu Graviditäten vor Auftreten der Uterusruptur zwischen Uterusruptur- und Kontrollgruppe

¹Chi-Quadrat-Test

3.5.4. Schwangerschaftsverlauf und -risiken

Maternale anamnestische Daten bezüglich des Schwangerschaftsverlaufes im Vergleich zwischen beiden Gruppen sind in Tabelle 20 dargestellt. Es fiel auf, dass Frauen mit Uterusruptur signifikant häufiger einen Gestationsdiabetes im Vergleich zur Kontrollgruppe aufwiesen.

Vergleichsfaktor	Uterusruptur-Gruppe (n=92)	Kontrollgruppe (n=20.556)	p-Wert
Mehrlingsschwangerschaft, n (%)	4 (4,3)	781 (3,8)	0,784 ¹
Gestationsdiabetes, n (%)	12 (14,0)	1.270 (6,2)	0,003¹
Hypertensive Schwangerschaftserkrankung, n (%)	3 (3,3)	431 (2,1)	0,437 ¹
Plazenta praevia, n (%)	2 (2,2)	197 (1,0)	0,234 ¹

Tabelle 20 – Schwangerschaftsanamnestische Daten und -risiken im Vergleich zwischen Uterusruptur- und Kontrollgruppe

¹Chi-Quadrat-Test

3.5.5. Geburtsmodus und -verlauf

Eine Übersicht zur Verteilung der Anzahl der Schwangerschaftswochen zum Geburtszeitpunkt bezogen auf alle geborenen Kinder ist in Tabelle 21 dargestellt. Hierbei zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen im Hinblick auf den Geburtszeitpunkt.

Anzahl der SSW	Uterusruptur-Gruppe (n=96*)	Kontrollgruppe (n=21.381*)	p-Wert
<36+0 SSW, n (%)	15 (15,6)	2.364 (11,1)	0,155 ¹
36+0 bis 40+6 SSW, n (%)	71 (74,0)	16.262 (76,1)	0,631 ¹
>41+0 SSW, n (%)	10 (10,4)	1.795 (8,4)	0,476 ¹

Tabelle 21- Anzahl der SSW zum Geburtszeitpunkt im Vergleich zwischen Uterusruptur- und Kontrollgruppe

*Angabe bezogen auf alle geborenen Kinder inkl. Mehrlingsschwangerschaften

¹Chi-Quadrat-Test

Tabelle 22 zeigt den Vergleich von Daten bezüglich Geburtsmodus und -verlauf zwischen den Gruppen. Ein vorzeitiger Blasensprung, Geburtseinleitung und elektive Sectio lagen in der Kontrollgruppe signifikant häufiger vor im Vergleich zur Uterusruptur-Gruppe. Ein pathologisches CTG trat in der Uterusruptur-Gruppe signifikant häufiger auf verglichen mit der Kontrollgruppe.

Charakteristika	Uterusruptur-Gruppe (n=92)	Kontrollgruppe (n=20.556)	p-Wert
Vorzeitiger Blasensprung, n (%)	9 (10,0)	4.392 (21,4)	0,009¹
Weheneinleitung, n (%) [*]	<u>9 (15,3)</u>	<u>4.901 (29,3)</u>	<u>0,018¹</u>
mit Prostaglandinen, n (%)	3 (33,3)	2.216 (45,2)	
mit Oxytocin, n (%)	6 (66,7)	912 (18,8)	
Elektive Sectio, n (%)	33 (37,5)	3.824 (52,6)	0,005¹
Pathologisches CTG, n (%)	36 (39,6)	2.869 (14,0)	<0,001¹

Tabelle 22- Charakteristika zu Geburtsmodus und -verlauf im Vergleich zwischen Uterusruptur- und Kontrollgruppe

^{*}bezogen auf alle Frauen ohne elektive Sectio

¹Chi-Quadrat-Test

3.5.6. Outcome

Wochenbettkomplikationen traten in der Uterusruptur-Gruppe mit 51,6% (n=47) signifikant häufiger auf im Vergleich zu 19,3% (n=3.958) in der Kontrollgruppe (p<0,001). Eine detaillierte Übersicht der einzelnen Wochenbettkomplikationen ist in Tabelle 23 dargestellt. Sonstige Wochenbettkomplikationen umfassten das Auftreten einer Thrombose, Eklampsie, postpartalen Hypertonie, Sepsis oder maternalen Todesfälle sowie die Durchführung von Laparotomien.

maternaler Outcome-Parameter	Uterusruptur (n=92)	Kontrollgruppe (n=20.556)	p-Wert
Wochenbettkomplikationen, n (%)	<u>47 (51,6)</u>	<u>3.958 (19,3)</u>	<0,001¹
Fieber >2d >38°C post partum, n (%)	7 (7,7)	54 (0,3)	
Wundheilungsstörung, n (%)	5 (5,5)	22 (0,1)	
Anämie, n (%)	42 (46,2)	3.701 (18,0)	
sonstige, n (%)	4 (4,4)	86 (0,4)	
Maternaler Tod, n (%)	0 (0)	2 (0,009)	1,000 ²

Tabelle 23- Häufigkeit einzelner Wochenbettkomplikationen (Mehrfachnennungen möglich) im Vergleich zwischen Uterusruptur- und Kontrollgruppe

¹Chi-Quadrat-Test, ²exakter Test nach Fisher

Fetale Outcome-Parameter der geborenen Kindern sind in Tabelle 24 dargestellt. Ein Nabelschnurarterien-pH <7,1 und APGAR-5 <8 trat bei geborenen Kindern nach Uterusruptur signifikant häufiger auf im Vergleich zur Kontrollgruppe.

fetaler Outcome-Parameter	Uterusruptur-Gruppe (n=96*)	Kontrollgruppe (n=21.381*)	p-Wert
Geschlecht männlich, n (%)	55 (57,3)	11.082 (51,8)	0,285 ¹
Geburtsgewicht ≥3500g, n (%)	32 (33,3)	7.299 (34,1)	0,868 ¹
Perinataler Tod, n (%) <i>Tod vor Klinikaufnahme, n (%)</i>	3 (3,1) 2 (66,7)	370 (1,7) 136 (36,8)	0,305 ¹
pH <7,1, n (%)	11 (12,1)	528 (2,5)	<0,001 ¹
APGAR-5 < 8, n (%)	13 (13,8)	1.163 (5,4)	<0,001 ¹

Tabelle 24- Fetale Outcome-Parameter im Vergleich zwischen Uterusruptur- und Kontrollgruppe

*Angabe bezogen auf alle geborenen Kinder inkl. Mehrlingsschwangerschaften

¹Chi-Quadrat-Test

3.6. Fälle mit spontaner Uterusruptur

Insgesamt gab es 5 Fälle von Spontanrupturen bei bekannter Rupturform, also Rupturen, welche an einem nicht voroperierten Uterus auftraten. Als Voroperationen galten in unserer Studie vorherige Sectiones sowie Myomenukleationen. Vier Spontanrupturen traten als offene Uterusruptur auf und eine als gedeckte. Eine Übersicht aller Fälle ist in Tabelle 25 dargestellt.

Nummer Rupturart	1 OR	2 OR	3 OR	4 OR	5 GR
Alter	39	43	31	34	39
BMI der Mutter in kg/m ²	31	23	NB	24	28
Gemini	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja
Gravidität/Parität	4/4	7/4	5/4	5/3	1/1
GDM	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja
Abort (Anzahl)	Nein	Ja (2)	Ja (1)	Ja (2)	Nein
Interruptio (Anzahl)	Nein	Ja (1)	Nein	Nein	Nein

Kürettage (Anzahl)	Nein	Ja (3)	NB	Ja (1)	Nein
SSW	38+6	40+4	40+0	38+4	36+1
Geburtseinleitung	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
Prostaglandin-Gabe	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
Oxytocin (Dosis in I.E.)	Ja (0,35)	Nein	Nein	Nein	Nein
Amniotomie	Ja	Ja	Nein	Nein	Nein
PDA	Ja	Nein	Nein	Ja	Ja
MM-Öffnung bei Ruptur (cm)	9	10	2	5	0
CTG- Auffälligkeiten	Ja	Nein	Ja	Ja	Nein
PAS	Nein	Ja (accreta)	Nein	Nein	Nein
Hysterektomie	Ja	Nein	Ja	Nein	Nein
Blutverlust (ml)	4000	1500	2000	1000	1000
EK-Gabe	Ja	Ja	Ja	Nein	Nein
Kind Gewicht in g	4140	3730	2690	3020	2955 2535
APGAR-5	6	9	9	9	10 10
NA-pH	6,79	7,29	7,26	7,18	7,28 7,25
NICU	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein
peripartaler Tod des Kindes	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein

Tabelle 25- Übersicht der Fälle von Spontanrupturen

Abkürzungen: OR= offene Uterusruptur, GR= gedeckte Uterusruptur, NB= nicht bekannt, GDM= Gestationsdiabetes, MM= Muttermund, EK= Erythrozytenkonzentrat., NA-pH= Nabelschnur-pH des Neugeborenen, NICU= intensivmedizinische Versorgung des Neugeborenen

3.7. Fälle mit Mehrfach-Rupturen

Bezogen auf die Gesamtkohorte hatten 4,3% (n=4) der Frauen eine Uterusruptur in der Vergangenheit gehabt. In der Gruppe der gedeckten Uterusruptur betrug der Anteil 5,4% (n=3) und in der Gruppe der offenen Ruptur 3,4% (n=1) (p=1,000). Diese vier Fälle werden im Folgenden kurz umrissen.

Patientin 1 mit einer Mehrfach-Ruptur war eine 4-Gravida 1-Para und 27 Jahre alt. Anamnestisch hatte sie zuvor einen Abort, eine extrauterine Gravidität sowie eine Sectio gehabt. Ihre erste Ruptur hatte sie zwei Jahre zuvor in der 23. SSW gehabt. Bei der aktuellen Ruptur war die Patientin in 28+6 SSW und stellte sich mit Mittelbauchschmerzen vor. Sonografisch zeigte sich das Myometrium im linken Bereich des Uterus von der Plazenta durchwachsen. Bei Verdacht auf Uterusruptur mit Plazenta percreta wurde die Indikation zur sofortigen Re-Sectio gestellt. Intraoperativ zeigte sich eine 5 cm lange offene Uterusruptur im Bereich des rechten Tubenwinkels. Die Plazenta percreta konnte nicht bestätigt werden. Die Versorgung der Ruptur erfolgte mit einer mehrschichtigen Naht. Es kam zu einem Blutverlust von 2000 ml. Eine Hysterektomie war nicht notwendig. Es erfolgte die Entwicklung eines deprimierten, 1490 g schweren Kindes, welches nach der Geburt auf die neonatologische Intensivstation verlegt wurde. Dort zeigte sich eine intraventrikuläre Hämorrhagie 2. Grades links und 3. Grades rechts.

Patientin 2 war zum Zeitpunkt der Re-Ruptur 22 Jahre alt und 3-Gravida 2-Para. Zuvor hatte die Patientin zwei Sectiones gehabt. Die vorherige Sectio war 14 Monate zuvor aufgrund einer offenen Uterusruptur als Notsectio durchgeführt worden. Daher wurde nun eine primäre Re-Re-Sectio in der 37+3 SSW durchgeführt. Intraoperativ zeigte sich eine asymptomatische, von Blasenperitoneum gedeckte Uterusruptur. Es erfolgte die komplette Resektion des Gewebedefektes. Der Blutverlust lag bei 500 ml. Beim Kind zeigten sich keinerlei Auffälligkeiten.

Bei Patientin 3 handelte es sich um eine 41-jährige 3-Gravida 2-Para mit 2 vorangegangenen Sectiones. Die vorherige Sectio war 23 Monate zuvor gewesen und aufgrund eines pathologischen CTGs durchgeführt worden, dabei hatte sich eine gedeckte Uterusruptur gezeigt. Bei der elektiven Re-Re-Sectio, die in 38+5SSW bei Gestationsdiabetes durchgeführt wurde, zeigte sich erneut eine gedeckte Uterusruptur. Der Zugang zum Uterus erfolgte über die Rupturstelle. Es erfolgte eine einschichtige Versorgung der Ruptur mit zusätzlicher Z-Naht bei leicht weiter gerissener Uterotomie im

Rahmen der Kindsentwicklung. Der Blutverlust betrug 400 ml und das geborene Kind zeigte keine Auffälligkeiten. Eine intensivmedizinische Versorgung war daher nicht erforderlich.

Patientin 4 mit Re-Ruptur war eine 38-jährige 5-Gravida 4-Para mit 3 vorherigen Sectiones sowie einem Spontanpartus. Der Abstand zur vorherigen Sectio lag bei 15 Monaten. Die erste Ruptur war eine 2 cm lange offene Uterusruptur gewesen, die im Rahmen einer primären Re-Re-Sectio aufgetreten war. Bei der Re-Ruptur stellte sich die Patientin in 43+1 SSW mit einem eröffneten Muttermund von 3-4 cm vor. Aufgrund der Anamnese der Patientin erfolgte die Indikation zur Sectio, dabei zeigte sich eine gedeckte Uterusruptur. Es erfolgte die Entwicklung eines leicht deprimierten Kindes, welches jedoch im weiteren postpartalen Verlauf keine Auffälligkeiten zeigte und somit nicht intensivmedizinisch betreut werden musste. Die Versorgung der Ruptur erfolgte mit einer einschichtigen Naht. Zusätzlich fiel eine venöse Blutung zwischen Blase und linkslateraler Cervix auf, welche durch vier Einzelknopfnähte versorgt wurde. Der Blutverlust der Mutter betrug 500 ml.

4. Diskussion

Das Ziel dieser Studie ist es, die Inzidenz der Uterusruptur allgemein sowie der offenen Uterusruptur im Speziellen zu untersuchen. Darüber hinaus sollen Faktoren, welche insbesondere mit dem Auftreten einer offenen Uterusruptur assoziiert sind, herausgearbeitet werden. Weiterhin sollen Charakteristika und das Outcome der Uterusruptur in Abhängigkeit vom geplanten Geburtsmodus (TOLAC vs. ERCD) untersucht werden.

4.1. Inzidenz

Der Vergleich der Inzidenz zwischen unterschiedlichen Studien gestaltet sich schwierig, da die Definition der Uterusruptur nicht einheitlich ist. Einige Studien schließen alle Frauen mit jeglicher Form des Wanddefektes am Uterus ein, andere Studien nur Frauen mit kompletter Ruptur und andere Studien nur Frauen, bei denen die Uterusruptur Symptome gezeigt hat. Zudem werden mögliche Fälle von Uterusrupturen unterschiedlich identifiziert: so verwenden einige Studien ICD-10-Diagnosen, demgegenüber identifizieren insbesondere skandinavische Länder mögliche Fälle über die jeweiligen Geburtenregister. Darüber hinaus gibt es nationale Unterschiede der Inzidenz, zum einen zwischen Entwicklungsländern und Industrienationen, jedoch auch zwischen den Industrienationen untereinander, beispielsweise durch unterschiedlich hohe Sectio- und TOLAC- bzw. VBAC-Raten.

Insgesamt betrug die Inzidenz der Uterusruptur zwischen 2005 und 2017 an der Charité-Universitätsmedizin Berlin in dieser Studie 0,14%. Im Vergleich zu anderen Industrienationen liegt diese damit höher, es werden in der Literatur Werte zwischen 0,024-0,061% angegeben.^{13,14,52,69-71} Eine offene Uterusruptur zeigte sich bei 0,05% aller Geburten. Die Rate liegt damit im Vergleich zu einer kürzlich publizierten europäischen Kohortenstudie ebenfalls etwas höher, die eine allgemeine Inzidenz von 0,033% im europäischen Durchschnitt und 0,032% in Niedersachsen in Deutschland angab.⁷² Eine mögliche Erklärung für die höhere Inzidenz in der vorliegenden Studie könnte sein, dass es sich bei den untersuchten Standorten allein um Krankenhäuser mit einem Level-I Perinatalzentrum handelt und somit Schwangerschaften und Geburten mit einem hohen Risikoprofil versorgt werden. Im Vergleich mit anderen Studien, welche eine Inzidenz der offenen Uterusruptur zwischen 0,019-0,084% angeben, liegt die Inzidenz der

offenen Uterusruptur mit 0,05% zudem im Durchschnitt.^{14,63,70,72-74} Eine Auswertung hinsichtlich der Robson Kriterien war in den Studien nicht erfolgt.

Die Inzidenz der Uterusruptur wies in der vorliegenden Studie einen eher ansteigenden Trend auf, unabhängig von der Rupturart. Al Zirqi et al. beschrieben in ihrer Studie einen Anstieg der Inzidenz der Uterusruptur von 0,012% (1967-1977) auf 0,061% (2000-2008).¹⁴ Auch Ronel et al. beobachteten einen Anstieg der Inzidenz der offenen Uterusruptur von 1988-2009.⁴ Ursächlich wird hier ein Anstieg der Sectio-Rate, des mütterlichen Alters sowie der vermehrten medikamentösen Wehen-Einleitung und -augmentation vermutet.^{4,14} Für eine differenziertere Beurteilung der Inzidenz in der vorliegenden Studie wäre sicherlich ein noch längerer Untersuchungszeitraum von Vorteil gewesen.

Zusammenfassend kann man sagen, dass im Vergleich mit anderen Studien die Inzidenz der Uterusruptur in der vorliegenden Studie etwas höher und die der offenen Uterusruptur im oberen Durchschnitt liegt. Tendenziell lässt sich ein Anstieg der Inzidenz ähnlich den in der Literatur gezeigten Werten beobachten.

4.2. Uterusruptur vs. Kontrollgruppe

Hinsichtlich der Ursachen für das Auftreten einer Uterusruptur werden zahlreiche Faktoren wie ein voroperierter Uterus und die dabei verwendete Nahttechnik, demografische Faktoren der Mutter (wie Alter, BMI), das Vorhandensein eines Gestationsdiabetes oder die Verwendung von Uterotonika diskutiert.

Einer der am längsten bekannten Risikofaktoren für eine Uterusruptur stellt die **vorangegangene Sectio** dar. Auch in dieser Studie war das Auftreten der Uterusruptur mit einem Anteil von 90,2% der Frauen, welche zuvor eine Sectio hatten, verglichen mit einem Anteil von nur 12,6% in der Kontrollgruppe, eindeutig mit einer Sectio-Anamnese assoziiert. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass eine Reduktion der Sectio-Rate mit einer verminderten Uterusruptur-Inzidenz einhergehen würde. Da die vorangegangene Sectio die häufigste Sectio-Indikation in Deutschland darstellt und es sich dabei gleichzeitig um eine relative Indikation handelt, besteht hier ein möglicher Ansatzpunkt um die Sectio-Rate effektiv zu senken.¹⁷ Dies würde gleichzeitig einer vermehrten Durchführung von TOLACs bzw. VBACs entsprechen. Auf die Vor- und Nachteile zur Durchführung eines TOLACs vs. ERCD wird im Kapitel 4.4. eingegangen. In der aktuellen

Leitlinie empfiehlt die AWMF bei der Geburt nach vorhergehender Sectio den Müttern ausführlich die Vor- und Nachteile der möglichen Geburtsmodi zu erörtern sowie im Falle eines TOLACs die kontinuierliche CTG-Überwachung unter der Geburt und die Entbindung in einer Einrichtung mit Möglichkeit zur Durchführung einer Not-Sectio.³⁰

Da eine Sectio oft zwingend notwendig ist, um die maternale und/oder fetale Gesundheit zu erhalten, werden zunehmend Faktoren diskutiert, welche unter der Sectio durch den Geburtshelfer aktiv modulierbar sind und dabei gleichzeitig einen Einfluss auf die Reduktion des Uterusruptur-Risikos haben können. Dazu zählt beispielsweise die **Nahttechnik** zum Verschluss der Uterotomie während der Sectio. Bislang herrscht Uneinigkeit, welche Nahttechnik zum Verschluss zu bevorzugen ist. Die einschichtige Nahttechnik ist im Vergleich zur zweischichtigen Nahttechnik mit einem geringeren Blutverlust sowie einer kürzeren Operationszeit assoziiert und in einigen Studien konnte darüber hinaus kein Zusammenhang mit einer Uterusruptur aufgezeigt werden.^{55,57,75,76} Andere Autoren zeigten demgegenüber jedoch ein erhöhtes Risiko für eine Uterusruptur bzw. eine verminderte Myometrium-Dicke in der Folgezeit bei Verwendung einer einschichtigen Nahttechnik.^{6,77} Die Untersuchung des Einflusses der vorhergehenden Nahttechnik war aufgrund unzureichender Informationen in dieser Studie nicht möglich.

Weiterhin werden einige **demografische Daten** der Schwangeren mit dem Auftreten einer Uterusruptur in Verbindung gebracht. Dazu gehören ein Alter über 35 Jahre, eine Körpergröße $\leq 160\text{cm}$, ein BMI $> 30\text{kg/m}^2$ sowie eine afroamerikanische bzw. nicht-westliche Abstammung.^{13,51,52,55} In dieser Arbeit lag in der Gruppe der Uterusruptur der Anteil Schwangerer über 35 Jahren etwas höher als in der Kontrollgruppe, jedoch ohne statistische Signifikanz. In einer Studie von Hesselman et al., welche ein Alter ≥ 35 Jahren mit einem 2,1-fach erhöhten Risiko für das Auftreten einer Uterusruptur assoziiert, lag der Anteil in der Uterusruptur-Gruppe bei 14,5% und in der Vergleichsgruppe bei 8,7% (Beobachtungszeitraum von 2001-2007 in Schweden).⁵⁵ In dieser Arbeit lag der Anteil Schwangerer über 35 Jahren sowohl in der Kontrollgruppe (25,5%) als auch in der Ruptur-Gruppe (31,5%) im Vergleich deutlich höher. Als mögliche Ursache hierfür könnten nationale Unterschiede im Hinblick auf das maternale Alter während der Schwangerschaft angeführt werden. Ein BMI $>30\text{ kg/m}^2$ trat im Vergleich zwischen Uterusruptur- und Kontrollgruppe zu einem vergleichbaren Anteil auf. Hierbei ist anzumerken, dass zur Berechnung des BMIs das Gewicht zum Ende der

Schwangerschaft verwendet wurde, wodurch die Vergleichbarkeit mit anderen Studien eingeschränkt ist.

Bezüglich **geburtsmedizinisch-anamnestischer Daten** zeigte sich bei Frauen mit Uterusruptur ein signifikant häufigeres Auftreten eines Gestationsdiabetes im Vergleich zur Kontrollgruppe. Auch Hesselman et al. fanden ein 3,7-fach erhöhtes Ruptur-Risiko bei Vorliegen eines Gestationsdiabetes.⁵⁵ Mögliche Ursache könnte ein durch den Gestationsdiabetes bedingtes erhöhtes fetales Geburtsgewicht sein.⁷⁸ Der Anteil von Kindern mit einem Geburtsgewicht $\geq 3500\text{g}$ zeigte in unserer Studie zwischen der Kontrollgruppe und der Uterusruptur-Gruppe keine signifikanten Unterschiede. Des Weiteren könnte die bestehende Hyperglykämie zu einer gestörten Wundheilung mit Narbendefekten beitragen. So stellten Antila-Langsjo et al. fest, dass Frauen mit Gestationsdiabetes sechs Monate nach der Sectio signifikant häufiger einen Narbendefekt aufwiesen.⁷⁹ Bislang wurde lediglich ein bereits präexistenter Diabetes mit einem erhöhten Ruptur-Risiko in Verbindung gebracht.⁸⁰ Um diesen interessanten Aspekt weiterführend beurteilen zu können, wären größer angelegte Studien mit höheren Fallzahlen und einer akkuraten Einteilung des Diabetes-Typs notwendig.

Darüber hinaus wird die Verwendung von Oxytocin und Prostaglandinen zur **Wehen-einleitung und -augmentation** als wichtiger, beeinflussbarer Risikofaktor diskutiert. Bezüglich der Einleitung zeigte der Vergleich zwischen Uterusruptur- und Kontrollgruppe, dass in der Kontrollgruppe signifikant häufiger eine Einleitung der Wehen erfolgte. In der Literatur wird das Risiko für eine Uterusruptur durch eine medikamentöse Wehen-Einleitung als 1,8-16,1-fach erhöht angegeben.^{5,10,50,70} Daher wird an unserer Klinik bei Frauen mit vorhergehender Sectio ein spontaner Wehenbeginn präferiert und nur sehr zurückhaltend mit einer medikamentösen Einleitung begonnen, worin die niedrigen Einleitungsraten der Uterusruptur-Gruppe begründet werden können. Weiterhin wird im Falle einer Einleitung weitestgehend Oxytocin zur Einleitung bei Frauen mit vorhergehender Sectio verwendet, da einige Studien insbesondere bei Prostaglandin-Einleitung ein erhöhtes Uterusruptur-Risiko feststellten.^{10,50} Daher ist es mit den Daten unserer Studie nicht möglich, eine generelle Aussage über eine medikamentöse Wehen-Einleitung sowie den Einfluss des verwendeten Medikamentes auf das Uterusruptur-Risiko zu treffen.

Ein **pathologisches CTG** trat in der Uterusruptur-Gruppe signifikant häufiger im

Vergleich zur Kontrollgruppe auf und kann somit als mögliches Symptom der Uterusruptur gewertet werden. Daher empfiehlt die AWMF wie oben beschrieben in den kürzlich erschienen Leitlinien bei Frauen mit vorangegangener Sectio und vaginalem Geburtsversuch die kontinuierliche CTG-Überwachung unter der Geburt.³⁰ Problematisch ist jedoch die geringe Spezifität des CTGs: In einer Studie von Andersen et al. zeigten zwar 77% der Frauen mit Uterusruptur ein pathologisches CTG, jedoch gleichzeitig auch 53% der Frauen aus der Kontrollgruppe, welche aus Frauen ohne Uterusruptur mit vaginalem Geburtsversuch bei vorhergehender Sectio bestand.⁵⁹ Darüber hinaus ist die Uterusruptur nicht mit einem spezifischen sondern mit verschiedenen pathologischen Mustern assoziiert: Möglich sind beispielsweise fetale Tachy- oder Bradykardien sowie prolongierte, späte oder variable Dezelerationen.^{9,59} Zusammenfassend ist ein pathologisches CTG ein mögliches klinisches Zeichen einer Uterusruptur und sollte somit sehr ernst genommen, jedoch immer im gesamten klinischen Kontext beurteilt werden, um Fehldiagnosen zu vermeiden.

Die perinatale **neonatale** Mortalität aller Uterusrupturen lag in unserer Studie bei 3,1% und war somit höher als in der Kontrollgruppe mit 2,0% jedoch statistisch nicht signifikant unterschiedlich. In der Literatur finden sich deutlich höhere Zahlen. Die perinatale Mortalität der Uterusruptur wird zwischen 5,1-5,5% angegeben.^{50,51} Ausschlaggebend für die perinatale Mortalitätsrate ist vor allem das Zeitintervall von der klinischen Diagnose der Uterusruptur bis zur Entbindung. Nach Leung et al. ist eine Zeit bis zur Entbindung von ≥ 18 Minuten mit einer erhöhten neonatalen Morbidität und Mortalität bei Uterusruptur assoziiert.⁸¹ Die Zeit bis zur Diagnosestellung wurde in dieser Studie nicht erhoben. In einer Studie von Holmgren et al. hatten alle Kinder, welche innerhalb von 18 Minuten nach der klinischen Diagnosestellung geboren wurden, einen APGAR-Wert nach 5 min >7 oder einen Nabelschnur-pH-Wert $> 7,0$.⁸² In einer von Malin et al. durchgeführten Metaanalyse, welche die Ergebnisse von 30 Studien bezüglich des neonatalen Outcomes in Zusammenhang mit dem Nabelschnur-pH zusammenfasste, wurde gezeigt, dass ein geringer Nabelschnur-pH mit neonataler Mortalität (OR 16,9 95% KI 9,7-29,5), dem Auftreten der hypoxisch-ischämischen Enzephalopathie (OR 13,8 95% KI 6,6-28,9), intraventrikulärer Hämorrhagie/ periventrikulärer Leukomalazie (OR 2,9, 95% KI 2,1-4,1) sowie infantiler Zerebralparese (OR 2,3 95% KI 1,3-4,2) assoziiert war.⁸³ Im Vergleich zur Gesamtgruppe gab es in unserer Studie in der Uterusruptur-Gruppe einen deutlich höheren Anteil von Kindern, die mit einem erniedrigten Nabelschnur-pH geboren wurden.

Mit einer perinatalen Mortalität von 3,1% war die neonatale Mortalitätsrate im Vergleich zu anderen Studien niedrig.

In dem von uns untersuchten Studienzeitraum ereigneten sich keine **maternalen Todesfälle** nach Uterusruptur. Dies deckt sich mit den Ergebnissen einiger anderer Studien.^{63,71} In einer europäischen Kohortenstudie von Vandenberghe et al. verstarben 0,2% der Frauen, wobei maternale Tode in den neun untersuchten Ländern lediglich in Großbritannien auftraten, in den übrigen Ländern gab es keine Todesfälle.⁷² Mögliche Unterschiede in der Sterblichkeitsrate könnten durch unterschiedliche Erfahrungen der Kliniken mit dem Management von Uterusrupturen oder auch strukturellen Gegebenheiten, wie der personellen Ausstattung oder der Entfernung bis zum Operationssaal, zusammenhängen. Die Sterblichkeitsrate unserer Kontrollgruppe war mit 0,007% ebenfalls sehr gering.

Zusammenfassend zeigte sich in unserer Studie, dass eine vorhergehende Sectio eindeutig mit dem Auftreten einer Uterusruptur in der Folgeschwangerschaft assoziiert ist. Zudem trat eine Uterusruptur häufiger bei Frauen mit Gestationsdiabetes auf. Ein pathologisches CTG ist ein mögliches Anzeichen einer Uterusruptur jedoch ohne hinreichende Spezifität. Nach Uterusruptur zeigte sich signifikant häufiger ein erniedrigter Nabelschnur pH-Wert im Vergleich zur Kontrollgruppe. Keine der Frauen verstarb infolge der Uterusruptur.

4.3. Offene vs. gedeckte Uterusruptur

In den bisher durchgeführten Studien zur Untersuchung von Risikofaktoren der Uterusruptur erfolgte zumeist keine Differenzierung der zwei Ruptur-Typen bzw. wurde lediglich die offene Uterusruptur berücksichtigt. In der vorliegenden Studie waren 31,5% der untersuchten Uterusruptur offen und immerhin 60,9% gedeckt. Daraus resultiert die Annahme, dass Studien, welche lediglich offene Rupturen berücksichtigt haben, einen Informationsverlust und damit einhergehend einen Selektions-Bias aufweisen.

Nahezu alle Frauen mit gedeckter Ruptur (98,2%) hatten zuvor eine Sectio in der Anamnese, während der Anteil in der Gruppe der offenen Ruptur mit 79,3% deutlich geringer lag. Die **Myomenukleation** wird ebenfalls als Risikofaktor diskutiert, doch bislang durchgeführte Studien wiesen zu geringe Fallzahlen auf, wodurch Informationen zu dem Einfluss der Operationstechnik oder der Myomgröße auf das Ruptur-Risiko nur

eingeschränkt beurteilbar waren.^{53,54} In unserer Studie betrug der Anteil von Frauen mit Myomenukleation bei Betrachtung aller Rupturen 8,2% und wies keinen signifikanten Unterschied zwischen beiden Ruptur-Formen auf. Um isoliert den Einfluss einer Myomenukleation auf das Uterusruptur-Risiko beurteilen zu können, wäre es sinnvoll, nur jene Fälle zu betrachten, welche keine Sectio in der Vorgeschichte hatten. Dies war in der vorliegenden Studie in lediglich 2,2% der Fälle gegeben, weshalb keine differenzierte Analyse möglich war.

Fast ein Drittel (31,0%) der Frauen mit offener Uterusruptur wiesen eine **Parität ≥ 3** auf, während dies auf lediglich 10,7% der Frauen mit gedeckter Ruptur zutraf ($p=0,02$). Für die Multiparität existiert in der Literatur keine einheitliche Definition, sie wird jedoch häufig mit dem Auftreten der Uterusruptur am intakten Uterus in Verbindung gebracht.^{5,52,84} Bei Betrachtung der Spontanrupturen in der vorliegenden Studie hatten vier von fünf Frauen eine Parität ≥ 3 , es deutet sich also auch in der vorliegenden Studie ein Zusammenhang zwischen einer erhöhten Parität und der Ruptur am intakten Uterus an. Interessanterweise lag bei 5,9% ($n=5$) der Frauen eine Ruptur ohne Uterusvoroperation vor. Eine **Spontanruptur** trat signifikant häufiger in der Gruppe der offenen Uterusruptur auf. Die Spontanruptur am nicht voroperierten Uterus entspricht einer seltenen Sonderform der Uterusruptur, wodurch dementsprechend die Datenlage unzureichend ist und aufgrund dessen deren Ätiologie und Risikofaktoren weitestgehend unbekannt sind. Gibbens et al. verglichen Spontanrupturen und Rupturen des voroperierten Uterus miteinander und zeigten, dass Frauen mit Spontanrupturen Mehrgebärende waren, häufiger Oxytocin zur Wehenaugmentation erhielten und häufiger vaginal entbunden haben.⁸⁵ Zudem war das fetale und maternale Outcome bei einer Spontanruptur schlechter.⁸⁵ Mögliche Ursachen für eine Spontanruptur können Traumata durch Unfälle, Multiparität sowie kongenitale oder erworbene Schwächen des Myometriums sein, herbeigeführt durch beispielsweise eine prolongierte Geburt oder die Nutzung uterotoner Medikamente.⁸⁶⁻⁹⁰ In der vorliegenden Forschungsarbeit wurde eine Spontanruptur als Ruptur an einem Uterus definiert, bei dem es zuvor keine iatrogene Cavumöffnung gab. Möglicherweise können jedoch auch durch vorherige Kürettagen, Schwangerschaftsabbrüche oder andere Eingriffe eine Verletzung des Myometriums entstehen, welche das Auftreten einer Ruptur begünstigen. Im Allgemeinen handelt es sich bei Spontanrupturen jedoch um sehr seltene Ereignisse, wodurch die Analyse von Risikofaktoren und somit deren Prävention erschwert ist. Eine mögliche Strategie ist es,

eine Überstimulation des Uterus mit Uterotonika, vor allem bei Frauen mit einer hohen Parität, zu vermeiden.

Über den Einfluss einer **PAS** auf das Risiko für eine Uterusruptur ist bislang wenig bekannt. Es gibt einige Fallberichte, welche bei einer Plazenta percreta das vermehrte Auftreten einer Uterusruptur beschreiben.⁹¹⁻⁹⁶ Die Uterusruptur trat dabei häufig bereits in den ersten 20 SSW und an einem nicht voroperierten Uterus auf. In unserer Studie gab es insgesamt 2 Frauen mit Uterusruptur und Plazenta percreta (je eine Frau mit gedeckter und mit offener Uterusruptur). Problematisch ist, dass bei einer PAS bedingt durch ihr seltenes Auftreten meist wenig klinische Erfahrung in Bezug auf die optimale Diagnostik und Therapie besteht.⁹⁷ Bei bereits antepartal bekannter PAS sollte insbesondere die offene Uterusruptur als Komplikation beachtet werden, welche dann bereits in einem frühen Gestationsalter auftreten kann.

Zahlreiche **maternale Komplikationen** sind mit einer Uterusruptur assoziiert. In einer von Al-Zirqi et al. publizierten Studie wurde das maternale Outcome bei 247 offenen Uterusrupturen untersucht.⁶² 43,3% der Frauen zeigten eine schwere postpartale Hämorrhagie ohne Notwendigkeit einer Hysterektomie (definiert als ein Blutverlust ≥ 1500 ml oder die Notwendigkeit einer Erythrozytentransfusion innerhalb von 24 Stunden nach der Geburt) und bei 20,6% der Frauen musste eine Hysterektomie durchgeführt werden.⁶² Insgesamt verstarben 1,2% der Frauen mit Uterusruptur, wobei der Untersuchungszeitraum der Studie 1967-2008 umfasste und alle Todesfälle im Zeitraum von 1967-1977 auftraten.⁶² Die Hysterektomie-Rate lag in unserer Studie insgesamt bei 4,7% bei Betrachtung aller Frauen mit Uterusruptur. Die Hysterektomie-Rate war dabei mit 10,3% bei offenen Rupturen deutlich höher im Vergleich zu 1,9% in der Gruppe der gedeckten Rupturen, wobei dieser Unterschied keine statistische Signifikanz zwischen den Gruppen erreichte. Damit liegt die Hysterektomie-Rate der offenen Ruptur in unserer Studie im Vergleich zu der von Al-Zirqi et al. zwar deutlich niedriger, jedoch bei Vergleich der Rate mit Studien, welche einen aktuelleren Untersuchungszeitraum wählten, im Durchschnitt. Studien mit einem Untersuchungszeitraum ab 2000 beginnend geben eine Hysterektomie-Rate nach offener Uterusruptur zwischen 5,6-13% an.^{63,71-73} Der mediane Blutverlust betrug in unserer Studie 500ml (offene Ruptur: 1000ml, gedeckte Ruptur: 500ml). Ein Blutverlust ≥ 1000 ml im Sinne einer postpartalen Hämorrhagie trat in der Gruppe der offenen Uterusruptur mit 53,6% im Vergleich zu 6,0% in der Gruppe der

gedeckten Uterusruptur signifikant häufiger auf. Aufgrund des höheren Blutverlustes in der Gruppe der offenen Uterusruptur bestand signifikant häufiger ein Transfusionsbedarf mit Erythrozyten-Konzentraten: 34,5% der Frauen mit offener vs. 3,6% der Frauen mit gedeckter Ruptur erhielten eine Erythrozyten-Transfusion. Der Anteil von Frauen mit offener Uterusruptur und Transfusionsbedarf liegt damit im Durchschnitt zu den Angaben in der Literatur. Studien geben einen Anteil zwischen 16,7-59% an.^{8,63,71,73} Der Anteil der Frauen mit offener Uterusruptur und einem Blutverlust $\geq 1000\text{ml}$ ist ebenfalls mit den in der Literatur angegebenen Werte von 40-75% vergleichbar.^{8,73}

Für den Fetus ist insbesondere die offene Uterusruptur durch die freie Verbindung zur Bauchhöhle und die damit einhergehende Mangelversorgung mit vielerlei potentiellen Risiken behaftet. Dabei ist eine irreversible Schädigung oder auch der Tod des Fetus möglich. Für die **perinatale Mortalität** bei offener Uterusruptur gibt es sehr unterschiedliche Angaben. Die Angaben in der Literatur reichen von 1,8-16,0%.^{10,13,14,63,71,72,98} Bezogen auf die offene Uterusruptur lag die perinatale Mortalität in der vorliegenden Studie bei 7,4% und ist somit mit den Ergebnissen anderer Studien vergleichbar. Die direkte Mortalität in unserer Untersuchung infolge der Uterusruptur ist darüber hinaus lediglich halb so groß, da nur eines der zwei Neugeborenen direkt sub partu verstorben ist. Zusätzlich gab es ein verstorbenes Drillings-Kind bei offener Uterusruptur, doch auch dieses war bereits präpartal verstorben. Nach gedeckter Uterusruptur traten keine perinatalen Todesfälle auf.

Der mediane **Nabelschnur pH** in der Gruppe der offenen Ruptur lag bei 7,18 und in Gruppe der gedeckten Ruptur bei 7,29 ($p < 0,001$). Über die Hälfte (52,0%) der Kinder von Müttern mit offener Ruptur hatten eine Azidose, der Anteil in der Gruppe der gedeckten Ruptur war im Vergleich dazu gering (5,6%). 53,8% der Kinder mit Azidose in der Gruppe der offenen Uterusruptur hatten darüber hinaus eine schwere Azidose, in der Gruppe der gedeckten Ruptur gab es keinen Fall einer schweren Azidose. Dies spricht dafür, dass die offene Uterusruptur entsprechend der Erwartungen mit einem schlechteren fetalen Outcome assoziiert ist.

Der **APGAR-Score**, welcher ebenfalls häufig als ein Maß für das fetale Outcome genutzt wird, zeigte sich in der Gruppe der offenen Uterusruptur signifikant geringer im Vergleich zur Gruppe der gedeckten Ruptur. In einer retrospektiven Studie von Thavarajah et al. wurde gezeigt, dass ein APGAR-Wert nach 5 min < 7 vor allem nach der Durchführung

von Not-Sectiones zu beobachten ist.⁹⁹ Dies wäre eine mögliche Erklärung für den Unterschied zwischen beiden Ruptur-Gruppen, da eine offene Ruptur häufiger aufgrund der Klinik und Komplikationen zur Durchführung einer Not-Sectio führt. Der Vergleich des APGAR-Wertes mit anderen Studien gestaltet sich schwierig, da keine einheitlichen Cut-off-Werte existieren.^{10,63} Im Vergleich jedoch zu einer Studie von Guiliano et al., bei welcher ebenfalls ein APGAR-Wert nach 5 min <7 als Cut-Off-Wert festgelegt wurde, zeigt sich der in unserer Studie gemessene Anteil von 28,0% vs. 31,8% vergleichbar.⁹ Offene Rupturen waren dort ebenfalls signifikant häufiger mit fetalen Azidosen und verminderten APGAR-Scores assoziiert.⁹ Durch die höheren Raten von Neugeborenen mit verminderten Nabelschnur-pH und APGAR-Score nach offener Uterusruptur war dementsprechend auch die Rate an Neugeborenen, die intensivmedizinisch versorgt wurden, in der Gruppe der offenen Uterusruptur größer und lag bei 44,4% verglichen mit 9,1% in der Gruppe der gedeckten Ruptur ($p < 0,001$). Dies liegt im oberen Bereich der in der Literatur angegebenen Werte von 13%-45,8%.^{10,13,14,63,72,73,98} Bei aufgetretener Uterusruptur gab es in unserer Studienpopulation zwei Neugeborene mit hypoxisch-ischämischer Enzephalopathie, beide Fälle traten nach offener Uterusruptur auf (8,0%). Die allgemeine Inzidenz beträgt 0,25%.⁶⁵ Häufige Ursachen sind das Auftreten einer Plazentalösung, eines Nabelschnurvorfalles sowie einer Uterusruptur. Nach offener Uterusruptur wird die Inzidenz mit 6,2-10,3% angegeben.^{10,14} Dies ist mit den in unserer Studie gefundenen 8% nach offener Uterusruptur vergleichbar. Um das fetale Outcome differenziert betrachten zu können, erfolgte die Auswertung des fetalen Outcomes lediglich nach Einlingsschwangerschaft.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass eine Unterscheidung beider Ruptur-Formen zwingend notwendig ist. Offene Uterusrupturen traten im Vergleich zu gedeckten Rupturen häufiger bei Frauen mit hoher Parität auf. Der Großteil der Spontanrupturen trat bei Frauen mit einer Parität ≥ 3 auf. Zudem hatten über 20% der Frauen mit offener Ruptur keine vorhergehende Sectio. Die gedeckte Ruptur zeigte sich im Vergleich zur offenen deutlich stärker mit einer vorhergehenden Sectio assoziiert. Im Vergleich zur gedeckten Ruptur zeigte sich die offene Uterusruptur erwartungsgemäß komplikationsreicher, so war eine Hysterektomie häufiger notwendig, der Blutverlust höher und Wochenbettkomplikationen häufiger. Im Vergleich zwischen offener und gedeckter Ruptur zeigten sich nach offener Ruptur bei den Kindern geringere APGAR-Werte, zudem trat häufiger eine fetale Azidose oder eine hypoxisch-ischämische

Enzephalopathie auf.

4.4. TOLAC vs. ERCD bei Uterusruptur

Bei Planung und Durchführung eines TOLACs gilt die Uterusruptur als eine der wichtigsten Komplikationen.¹⁰⁰ In unserer Untersuchung hatten insgesamt 35,3% der Frauen mit Uterusruptur einen TOLAC, nachdem sie über die Vor- und Nachteile der möglichen Geburtsmodi beraten wurden. Dabei gab es in der Gruppe der offenen Ruptur mit 65,2% signifikant mehr TOLACs im Vergleich zu 26,8% in der Gruppe der gedeckten Ruptur. Nach multivariater Analyse zeigte sich der TOLAC mit einer Odds Ratio von 4,7 (95% KI 1,4-38,2) als einziger Risikofaktor für das Auftreten einer offenen Uterusruptur. Eine Aussage zum Anteil der erfolgreichen TOLACs in der Kontrollgruppe, also ohne Auftreten einer Uterusruptur, ist mit den erhobenen Daten nicht möglich. In der Literatur werden Erfolgsquoten von 60-80% angegeben.^{33,101-103} Durch eine verbesserte Früherkennung von gedeckten Rupturen wäre es möglich, dem Auftreten einer offenen Uterusruptur gezielter vorzubeugen. Eine mögliche Hilfe kann dabei die Messung des UUS darstellen. Mehrere Studien zeigten bereits einen Zusammenhang zwischen einer verminderten Dicke im UUS und dem Auftreten von Narbendefekten.³⁸⁻⁴² Bislang besteht jedoch kein Konsens bezüglich der zu bevorzugenden Bildgebungstechnik, des Cut-Off-Wertes oder in welcher Schwangerschaftswoche die Beurteilung erfolgen sollte.¹⁰⁴ Zudem ist ein Problem vieler Studien, dass bei einer hohen Sensitivität des gewählten Cut-Off-Wertes die Spezifität gering ist, woraus erneut viele nicht unbedingt notwendige ERCDs resultieren.¹⁰⁴ Weitere Studien sind demnach notwendig, um eine geeignete Technik zur Identifikation von Narbendefekten bzw. gedeckten Uterusrupturen zu finden.

Bezüglich der Geburtsplanung und Beratung der Schwangeren werden in Studien weitere anamnestische Merkmale, welche mit dem Gelingen eines TOLACs assoziiert sind, angeführt. Dazu gehören beispielsweise ein spontaner Wehenbeginn, ein Geburtsgewicht des Kindes < 4000g oder eine vorherige vaginale Geburt.^{33,105} Überraschenderweise zeigte sich in unserer Subgruppenanalyse, dass im Falle eines TOLACs Frauen mit offener Ruptur eine höhere mittlere Anzahl vorheriger vaginaler Geburten hatten im Vergleich zu Frauen, bei denen eine gedeckte Ruptur auftrat. Daher kann eine hohe Anzahl an vorherigen vaginalen Geburten nicht vor dem Auftreten einer Uterusruptur schützen und darüber hinaus, im Falle einer Ruptur, eher zu einer komplikationsreichen, offenen Uterusruptur führen.

Bei Betrachtung des präferierten Geburtsmodus bei Frauen mit vorangegangener Sectio ist laut Vandenberghe et al. die Re-Sectio als Geburtsmodus in Deutschland bevorzugt (Deutschland 2,6 Sectiones auf einen VBAC, im Vergleich Schweden 0,8 Sectiones auf einen VBAC).⁷² Die Angst vor den Komplikationen eines TOLACs bzw. einer VBAC und somit insbesondere der Uterusruptur scheint demnach in Deutschland größer zu sein als die Angst vor den Komplikationen einer Sectio. In der aktuellen Leitlinie beschreibt die AMWF den TOLAC zwar als sichere Option, gibt jedoch keine klaren Empfehlungen, welchen Frauen der TOLAC angeboten werden sollte.³⁰ Es mangelt an klaren Handlungsempfehlungen und so bleibt die Entscheidungsfindung individuell, meist geprägt von den subjektiven Ansichten und Erfahrungen des Geburtshelfers. Eine kanadische Studie zeigte, dass die Mortalität bei Durchführung eines TOLACs mit 1,6 pro 100.000 Geburten deutlich niedriger als die der elektiven Sectio mit 5,6 pro 100.000 Geburten liegt.¹⁰⁶ Zudem wären nach Guise et al. 370 elektive Sectiones notwendig, um einen Fall einer symptomatischen Uterusruptur zu verhindern.¹⁰⁷ Landon et al. brachten hingegen den TOLAC mit einem höheren perinatalen und maternalen Risiko in Verbindung im Vergleich zur elektiven Sectio, auch wenn absolute Risiken gering sind.¹⁰ Schlussendlich sollte die Entscheidung über den Geburtsmodus nach ausführlicher Beratung mittels shared-decision-making getroffen werden, um so einen Weg zu finden, mit dem sich die Schwangere und der Geburtshelfer wohl fühlen.¹⁰⁸

In der vorliegenden Studie traten in einer absoluten Anzahl lediglich 30 Uterusrupturen, davon 15 gedeckt und 15 offen, nach einem TOLAC auf. Ungeachtet der aufgetretenen Ruptur-Form zeigten sich keine Unterschiede bezüglich des maternalen Outcomes im Vergleich zwischen TOLAC und ERCD, obwohl signifikant häufiger offene Uterusrupturen aufgetreten sind, welche mit einem schlechteren Outcome assoziiert sind. Bei Betrachtung des neonatalen Outcomes kam es zwar nach einem TOLAC häufiger zu fetalen Azidosen, doch bezüglich der Notwendigkeit einer intensivmedizinischen Betreuung traten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen auf. Eine mögliche Erklärung für das im Allgemeinen gute Outcome des TOLACs bei Uterusruptur ist, dass die Frauen unter intensiver medizinischer Betreuung und Überwachung standen sowie ein sehr schnelles Eingreifen bei Verdacht auf Komplikationen möglich war. Darüber hinaus waren 93,3% der Uterusrupturen bei TOLAC symptomatisch, wodurch die Diagnose zeitnah gestellt werden konnte und so die Geburt schnellstmöglich mit der Durchführung einer sekundären Sectio beendet werden konnte. Bei einem

Untersuchungszeitraum von 13 Jahren kann daher der TOLAC nach optimaler Patientinnenselektion und nach ausführlicher Beratung der Schwangeren mit Betrachtung der Vor- und Nachteile der jeweiligen Geburtsmodi als relativ sichere Alternative zur elektiven Sectio betrachtet werden, da die Uterusruptur lediglich vereinzelt als Komplikation auftrat und das Outcome zwischen TOLAC und ERCD im Allgemeinen vergleichbar war. Es bleibt jedoch von herausragender Bedeutung, geeignete Frauen für einen TOLAC auszuwählen sowie den TOLAC in einer mit dem TOLAC erfahrenen Klinik durchzuführen. Eine mögliche Entscheidungshilfe kann die Messung des UUS bzw. die Detektion von gedeckten Uterusrupturen darstellen.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass sich die Durchführung eines TOLACs als einziger Risikofaktor für eine offene Uterusruptur nach der multivariaten Analyse herausstellte. In der absoluten Anzahl war die Uterusruptur jedoch eine seltene Komplikation des TOLACs. Zudem war das maternale und fetale Outcome im Vergleich zwischen ERCD und TOLAC bei Frauen mit Uterusruptur nicht signifikant unterschiedlich, lediglich fetale Azidosen traten nach TOLAC häufiger auf. Auch bei Frauen mit mehreren vorherigen vaginalen Geburten kann eine Uterusruptur, insbesondere die offene Form, als Komplikation während eines TOLACs auftreten.

4.5. Stärken und Limitationen der Studie

Die vorliegende Arbeit ist die erste Studie, welche die Einflussfaktoren und das Outcome der Uterusruptur in Abhängigkeit ihrer Form (offen vs. gedeckt) und des geplanten Geburtsmodus (TOLAC vs. ERCD) gegenüberstellt. Die vorliegenden Fälle wurden mit Hilfe der ICD-10-Diagnosen identifiziert, zusätzlich wurde jede Diagnose mithilfe der Aufzeichnungen und des OP-Berichtes verifiziert. In einer Studie von Thisted et al. wurde die Validität der ICD-10-Diagnosen überprüft, wobei er zu dem Schluss kam, dass nur bei 60,4% der Frauen mit den ICD-10 Diagnosen für eine Uterusruptur tatsächlich eine Uterusruptur vorlag.¹⁰⁹ Auch in unserer Studie erfolgte ein Ausschluss von 45,3% der Patientinnen, da die ICD-10 Diagnosen anhand der medizinischen Dokumentationen nicht nachvollzogen werden konnte oder eine Verdachtsdiagnose codiert wurde, welche sich jedoch nicht bestätigt hat. Darüber hinaus konnte durch die Sichtung aller OP-Berichte die Einteilung der Uterusruptur in offen und gedeckt erfolgen. Diese Einteilung wird in der Literatur häufig vernachlässigt, ist jedoch, wie vorliegende Daten zeigen, von erheblicher Bedeutung, da sich Einflussfaktoren und Outcome beider Formen unterscheiden. Umgekehrt muss aufgrund der symptomarmen gedeckten Uterusruptur davon ausgegangen werden, dass einige Fälle unerkannt blieben und demnach nicht berücksichtigt werden konnten. Insgesamt stellen 92 Fälle von Uterusrupturen im Vergleich zu anderen Studien jedoch eine umfassende Anzahl dar.

Eine Limitation dieser Studie stellt das retrospektive Studiendesign dar, weshalb sieben Fälle von Uterusrupturen nicht der dazugehörigen Form zugeordnet werden konnten. Des Weiteren konnten bedingt durch das retrospektive Studiendesign Fälle mit asymptomatischer Ruptur und erfolgreichem TOLAC nicht identifiziert werden. Durch die niedrige Inzidenz der Uterusruptur ist die Gestaltung einer prospektiven Studie schwierig und langwierig. Zudem war der Untersuchungszeitraum von 13 Jahren im Vergleich zu anderen Studien eher kurz. Dies ist jedoch darin begründet, dass die ausführliche, verfügbare Dokumentation der Geburten im System SAP nur bis in das Jahr 2005 zurückreicht.

Eine weitere Limitation dieser Studie stellte die Datenerhebung der Kontrollgruppe dar. Aufgrund der systematischen Datenabfrage im Programm „Viewpoint“ war es nicht möglich, fallspezifische Daten zu erheben, wodurch ein Matching der Kontrollgruppe mit der Uterusruptur-Gruppe im Hinblick auf den Status „Zustand nach Sectio“ und Anteil der

Primipara nicht möglich war. Zudem unterschied sich der Untersuchungszeitraum der Kontrollgruppe von dem der Uterusruptur, da das Programm „Viewpoint“ lediglich zwischen 2014-2017 zur Dokumentation an beiden untersuchten Standorten verwendet wurde. Es ist jedoch aufgrund der hohen Anzahl der Fälle von >20.000 von einer Normalverteilung der Daten auszugehen.

Darüber hinaus handelt es sich bei der vorliegenden Studie um eine monozentrische Studie in einem Level-I Perinatalzentrum, weshalb die Übertragung und Generalisierung der Ergebnisse nur eingeschränkt möglich ist.

5. Zusammenfassung

Die Inzidenz der Uterusruptur im Allgemeinen betrug 0,14% und die der offenen Uterusruptur 0,05%. Insgesamt traten 29 offene und 56 gedeckte Uterusrupturen im Zeitraum zwischen 2005-2017 an der Charité-Universitätsmedizin Berlin Campus Virchow-Klinikum und Campus Mitte auf.

Uterusrupturen, unabhängig von der Rupturart, sind insbesondere bei Frauen mit Gestationsdiabetes und Zustand nach Sectio aufgetreten. Das Auftreten einer Uterusruptur führte zu einem signifikant schlechteren maternalen und fetalen Outcome, einem erniedrigten 5min APGAR-Score und fetalen Azidosen sowie vermehrten Wochenbettkomplikationen.

Eine konsequente Unterscheidung von offenen und gedeckten Rupturen erscheint notwendig, da sich potentiell beeinflussbare Risikofaktoren sowie das Outcome unterscheiden. So traten offene Uterusrupturen häufiger bei Frauen mit einer Parität ≥ 3 , einer PAS oder am nicht voroperierten Uterus (Spontanruptur) auf. Im Vergleich zur gedeckten Ruptur waren häufiger Hysterektomien notwendig und es bestand ein erhöhter Transfusionsbedarf. Die perinatale Mortalität sowie die Rate an fetalen Azidosen war in der Gruppe der offenen im Vergleich zur gedeckten Uterusruptur deutlich höher.

Nach multivariater Analyse zeigte sich der TOLAC als einziger Risikofaktor für eine offene Uterusruptur. Demgegenüber wurde bei Frauen mit gedeckter Ruptur signifikant häufiger ein ERCD durchgeführt. Bei dem Vergleich bezüglich des Outcomes von TOLAC vs. ERCD bei Ruptur-Fällen zeigte sich, dass lediglich fetale Azidosen häufiger nach einem TOLAC auftraten, weitere maternale und fetale Outcome-Parameter waren jedoch vergleichbar zwischen den Gruppen. Daher kann der TOLAC bei Frauen mit vorhergehender Sectio als relativ sichere Alternative zur elektiven Sectio angesehen werden, sofern geeignete Frauen für einen TOLAC ausgewählt werden und die Entbindung in einem spezialisierten Zentrum stattfindet. Verbesserte Techniken zur präpartalen Detektion von gedeckten Rupturen könnten die Auswahl geeigneter TOLAC-Kandidatinnen erleichtern. Auch bei Frauen mit mehreren vorherigen vaginalen Geburten muss insbesondere die offene Uterusruptur als Komplikation des TOLACs berücksichtigt werden.

Abschließend lässt sich sagen, dass aufgrund der aktuellen Sectio-Rate von über 30% in Deutschland und der klaren Assoziation der Uterusruptur mit einer vorangegangenen Sectio die Untersuchung von Risikofaktoren der Uterusruptur von hoher klinischer Relevanz ist. Eine Unterscheidung von offenen und gedeckten Rupturen sollte vorgenommen werden, da sich beeinflussende Faktoren sowie das Outcome beider Formen unterscheidet. Die klinische Relevanz der gedeckten Ruptur besteht insbesondere darin, diese frühestmöglich zu detektieren, um so ein Entstehen einer offenen Ruptur nach Wehenbeginn zu vermeiden.

Literaturverzeichnis

1. statistisches Bundesamt, Pressemitteilung Nr. 349. 29.12.2019, 11:50 MEZ (https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2018/09/PD18_349_231.html).
2. statistisches Bundesamt. 29.12.2019, 11:50 Uhr MEZ (<https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Gesundheit/Krankenhaeuser/Tabellen/krankenhausentbindungen-kaiserschnitt.html>).
3. Miller S, Abalos E, Chamillard M, Ciapponi A, Colaci D, Comandé D, Diaz V, Geller S, Hanson C, Langer A, Manuelli V, Millar K, Morhason-Bello I, Castro CP, Pileggi VN, Robinson N, Skaer M, Souza JP, Vogel JP, Althabe F. Beyond too little, too late and too much, too soon: a pathway towards evidence-based, respectful maternity care worldwide. *Lancet* 2016;388(10056):2176-2192. (In eng). DOI: 10.1016/s0140-6736(16)31472-6.
4. Ronel D, Wiznitzer A, Sergienko R, Zlotnik A, Sheiner E. Trends, risk factors and pregnancy outcome in women with uterine rupture. *Archives of Gynecology and Obstetrics* 2012;285(2):317-321. (journal article). DOI: 10.1007/s00404-011-1977-8.
5. Al-Zirqi I, Daltveit AK, Forsen L, Stray-Pedersen B, Vangen S. Risk factors for complete uterine rupture. *American journal of obstetrics and gynecology* 2017;216(2):165.e1-165.e8. (In eng). DOI: 10.1016/j.ajog.2016.10.017.
6. Bujold E, Goyet M, Marcoux S, Brassard N, Cormier B, Hamilton E, Abdous B, Sidi EA, Kinch R, Miner L, Masse A, Fortin C, Gagne GP, Fortier A, Bastien G, Sabbah R, Guimond P, Roberge S, Gauthier RJ. The role of uterine closure in the risk of uterine rupture. *Obstet Gynecol* 2010;116(1):43-50. (In eng). DOI: 10.1097/AOG.0b013e3181e41be3.
7. Lynch JC, Pardy JP. Uterine rupture and scar dehiscence. A five-year survey. *Anaesthesia and intensive care* 1996;24(6):699-704. (In eng). DOI: 10.1177/0310057x9602400612.
8. You SH, Chang YL, Yen CF. Rupture of the scarred and unscarred gravid uterus: Outcomes and risk factors analysis. *Taiwanese journal of obstetrics & gynecology* 2018;57(2):248-254. (In eng). DOI: 10.1016/j.tjog.2018.02.014.
9. Guiliano M, Closset E, Therby D, LeGoueff F, Deruelle P, Subtil D. Signs, symptoms and complications of complete and partial uterine ruptures during pregnancy and delivery. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 2014;179:130-4. (In eng). DOI: 10.1016/j.ejogrb.2014.05.004.
10. Landon MB, Hauth JC, Leveno KJ, Spong CY, Leindecker S, Varner MW, Moawad AH, Caritis SN, Harper M, Wapner RJ, Sorokin Y, Miodovnik M, Carpenter M, Peaceman AM, O'Sullivan MJ, Sibai B, Langer O, Thorp JM, Ramin SM, Mercer BM, Gabbe SG. Maternal and perinatal outcomes associated with a trial of labor after prior cesarean delivery. *The New England journal of medicine* 2004;351(25):2581-9. (In eng). DOI: 10.1056/NEJMoa040405.
11. Kühnert N. *Geburtshilfliche Operationen: De Gruyter*, 2012.
12. Motomura K, Ganchimeg T, Nagata C, Ota E, Vogel JP, Betran AP, Torloni MR, Jayaratne K, Jwa SC, Mittal S, Dy Recidoro Z, Matsumoto K, Fujieda M, Nafiou I, Yunis K, Qureshi Z, Souza JP, Mori R. Incidence and outcomes of uterine rupture among women with prior caesarean section: WHO Multicountry Survey on Maternal and Newborn Health. *Scientific reports* 2017;7:44093. (In eng). DOI: 10.1038/srep44093.

13. Zwart J, Richters J, Öry F, de Vries J, Bloemenkamp K, van Roosmalen J. Uterine rupture in the Netherlands: a nationwide population-based cohort study. *BJOG: An International Journal of Obstetrics & Gynaecology* 2009;116(8):1069-1080. DOI: 10.1111/j.1471-0528.2009.02136.x.
14. Al-Zirqi I, Stray-Pedersen B, Forsén L, Daltveit A-K, Vangen S. Uterine rupture: trends over 40 years. *BJOG: An International Journal of Obstetrics & Gynaecology* 2016;123(5):780-787. DOI: 10.1111/1471-0528.13394.
15. Mylonas I, Friese K. Indications for and Risks of Elective Cesarean Section. *Deutsches Arzteblatt international* 2015;112(29-30):489-95. (In eng). DOI: 10.3238/arztebl.2015.0489.
16. Lutz U, Kolip P. Die GEK-Kaiserschnittstudie: GEK - Gmünder ErsatzKasse, 2006.
17. AQUA. Bundesauswertung zum Erfassungsjahr 2013: 16/1 - Geburtshilfe. (https://www.sgg.de/downloads/Bundesauswertungen/2013/bu_Gesamt_16N1-GEBH_2013.pdf).
18. Robson M. Classification of Cesarean Sections. *Fetal and Maternal Medicine Review* 2001;12:23-39. DOI: 10.1017/S0965539501000122.
19. Betran AP, Vindevoghel N, Souza JP, Gulmezoglu AM, Torloni MR. A systematic review of the Robson classification for caesarean section: what works, doesn't work and how to improve it. *PLoS One* 2014;9(6):e97769. (In eng). DOI: 10.1371/journal.pone.0097769.
20. Liu S, Liston RM, Joseph KS, Heaman M, Sauve R, Kramer MS. Maternal mortality and severe morbidity associated with low-risk planned cesarean delivery versus planned vaginal delivery at term. *Cmaj* 2007;176(4):455-60. (In eng). DOI: 10.1503/cmaj.060870.
21. Phipps MG, Watabe B, Clemons JL, Weitzen S, Myers DL. Risk factors for bladder injury during cesarean delivery. *Obstetrics and gynecology* 2005;105(1):156-60. (In eng). DOI: 10.1097/01.Aog.0000149150.93552.78.
22. Bergholt T, Stenderup JK, Vedsted-Jakobsen A, Helm P, Lenstrup C. Intraoperative surgical complication during cesarean section: an observational study of the incidence and risk factors. *Acta obstetrica et gynecologica Scandinavica* 2003;82(3):251-6. (In eng). DOI: 10.1034/j.1600-0412.2003.00095.x.
23. Keag OE, Norman JE, Stock SJ. Long-term risks and benefits associated with cesarean delivery for mother, baby, and subsequent pregnancies: Systematic review and meta-analysis. *PLoS Med* 2018;15(1):e1002494. (In eng). DOI: 10.1371/journal.pmed.1002494.
24. Silver RM, Landon MB, Rouse DJ, Leveno KJ, Spong CY, Thom EA, Moawad AH, Caritis SN, Harper M, Wapner RJ, Sorokin Y, Miodovnik M, Carpenter M, Peaceman AM, O'Sullivan MJ, Sibai B, Langer O, Thorp JM, Ramin SM, Mercer BM. Maternal morbidity associated with multiple repeat cesarean deliveries. *Obstetrics and gynecology* 2006;107(6):1226-32. (In eng). DOI: 10.1097/01.Aog.0000219750.79480.84.
25. Marshall NE, Fu R, Guise JM. Impact of multiple cesarean deliveries on maternal morbidity: a systematic review. *Am J Obstet Gynecol* 2011;205(3):262.e1-8. (In eng). DOI: 10.1016/j.ajog.2011.06.035.
26. Altman M, Vanpee M, Cnattingius S, Norman M. Risk factors for acute respiratory morbidity in moderately preterm infants. *Paediatric and perinatal epidemiology* 2013;27(2):172-81. (In eng). DOI: 10.1111/ppe.12035.
27. Jain NJ, Kruse LK, Demissie K, Khandelwal M. Impact of mode of delivery on neonatal complications: trends between 1997 and 2005. *The journal of maternal-*

- fetal & neonatal medicine : the official journal of the European Association of Perinatal Medicine, the Federation of Asia and Oceania Perinatal Societies, the International Society of Perinatal Obstet 2009;22(6):491-500. (In eng). DOI: 10.1080/14767050902769982.
28. Kupari M, Talola N, Luukkaala T, Tihtonen K. Does an increased cesarean section rate improve neonatal outcome in term pregnancies? *Archives of gynecology and obstetrics* 2016;294(1):41-6. (In eng). DOI: 10.1007/s00404-015-3942-4.
 29. statistisches Bundesamt Mikrozensus 2016, Stand 2017. 29.12.2019, 12:45 Uhr MEZ (https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressekonferenzen/2017/Mikrozensus-2017/pressebroschuere-mikrozensus.pdf?__blob=publicationFile).
 30. AMWF. Leitlinie: Die Sectio caesarea. (https://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/015-084I_S3_Sectio-caesarea_2020-06.pdf).
 31. Gonen R, Tamir A, Degani S, Ohel G. Variables associated with successful vaginal birth after one cesarean section: a proposed vaginal birth after cesarean section score. *American journal of perinatology* 2004;21(8):447-53. (In eng). DOI: 10.1055/s-2004-835961.
 32. Caughey AB, Shipp TD, Repke JT, Zelop C, Cohen A, Lieberman E. Trial of labor after cesarean delivery: the effect of previous vaginal delivery. *American journal of obstetrics and gynecology* 1998;179(4):938-41. (In eng). DOI: 10.1016/s0002-9378(98)70192-9.
 33. Landon MB, Leindecker S, Spong CY, Hauth JC, Bloom S, Varner MW, Moawad AH, Caritis SN, Harper M, Wapner RJ, Sorokin Y, Miodovnik M, Carpenter M, Peaceman AM, O'Sullivan MJ, Sibai BM, Langer O, Thorp JM, Ramin SM, Mercer BM, Gabbe SG. The MFMU Cesarean Registry: factors affecting the success of trial of labor after previous cesarean delivery. *American journal of obstetrics and gynecology* 2005;193(3 Pt 2):1016-23. (In eng). DOI: 10.1016/j.ajog.2005.05.066.
 34. Bedoya C, Bartha JL, Rodriguez I, Fontan I, Bedoya JM, Sanchez-Ramos J. A trial of labor after cesarean section in patients with or without a prior vaginal delivery. *International journal of gynaecology and obstetrics: the official organ of the International Federation of Gynaecology and Obstetrics* 1992;39(4):285-9. (In eng). DOI: 10.1016/0020-7292(92)90259-I.
 35. Clark SM, Carver AR, Hankins GD. Vaginal birth after cesarean and trial of labor after cesarean: what should we be recommending relative to maternal risk:benefit? *Women's health (London, England)* 2012;8(4):371-83. (In eng). DOI: 10.2217/whe.12.28.
 36. Roos T. Vaginale Geburt bei Status nach Sectio. *Gynäkologie* 2013;2:18-22.
 37. M S. *Der Kaiserschnitt*. München: Elsevier, 2009.
 38. Risager JK, Uldbjerg N, Glavind J. Cesarean scar thickness in non-pregnant women as a risk factor for uterine rupture. *J Matern Fetal Neonatal Med* 2020:1-6. (In eng). DOI: 10.1080/14767058.2020.1719065.
 39. Jastrow N, Chaillet N, Roberge S, Morency AM, Lacasse Y, Bujold E. Sonographic lower uterine segment thickness and risk of uterine scar defect: a systematic review. *J Obstet Gynaecol Can* 2010;32(4):321-327. (In eng). DOI: 10.1016/s1701-2163(16)34475-9.
 40. Rozenberg P, Goffinet F, Phillippe HJ, Nisand I. Ultrasonographic measurement of lower uterine segment to assess risk of defects of scarred uterus. *Lancet (London, England)* 1996;347(8997):281-4. (In eng).

41. Bujold E, Jastrow N, Simoneau J, Brunet S, Gauthier RJ. Prediction of complete uterine rupture by sonographic evaluation of the lower uterine segment. *Am J Obstet Gynecol* 2009;201(3):320.e1-6. (In eng). DOI: 10.1016/j.ajog.2009.06.014.
42. Uharcek P, Brestansky A, Ravinger J, Manova A, Zajacova M. Sonographic assessment of lower uterine segment thickness at term in women with previous cesarean delivery. *Arch Gynecol Obstet* 2015;292(3):609-12. (In eng). DOI: 10.1007/s00404-015-3687-0.
43. Asakura H, Nakai A, Ishikawa G, Suzuki S, Araki T. Prediction of uterine dehiscence by measuring lower uterine segment thickness prior to the onset of labor: evaluation by transvaginal ultrasonography. *Journal of Nippon Medical School = Nippon Ika Daigaku zasshi* 2000;67(5):352-6. (In eng). DOI: 10.1272/jnms.67.352.
44. Ofir K, Sheiner E, Levy A, Katz M, Mazor M. Uterine rupture: differences between a scarred and an unscarred uterus. *American journal of obstetrics and gynecology* 2004;191(2):425-9. (In eng). DOI: 10.1016/j.ajog.2004.01.026.
45. F K. *Facharztwissen Geburtsmedizin*. München: Elsevier, 2016.
46. Gregory KD, Korst LM, Cane P, Platt LD, Kahn K. Vaginal birth after cesarean and uterine rupture rates in California. *Obstetrics and gynecology* 1999;94(6):985-9. (In eng).
47. Kwee A, Bots ML, Visser GH, Bruinse HW. Uterine rupture and its complications in the Netherlands: a prospective study. *European journal of obstetrics, gynecology, and reproductive biology* 2006;128(1-2):257-61. (In eng). DOI: 10.1016/j.ejogrb.2006.02.005.
48. Shipp TD, Zelop CM, Repke JT, Cohen A, Lieberman E. Interdelivery interval and risk of symptomatic uterine rupture. *Obstet Gynecol* 2001;97(2):175-7. (In eng). DOI: 10.1016/s0029-7844(00)01129-7.
49. Bujold E, Gauthier RJ. Risk of uterine rupture associated with an interdelivery interval between 18 and 24 months. *Obstet Gynecol* 2010;115(5):1003-6. (In eng). DOI: 10.1097/AOG.0b013e3181d992fb.
50. Lydon-Rochelle M, Holt VL, Easterling TR, Martin DP. Risk of uterine rupture during labor among women with a prior cesarean delivery. *N Engl J Med* 2001;345(1):3-8. (In eng). DOI: 10.1056/nejm200107053450101.
51. Kaczmarczyk M, Sparen P, Terry P, Cnattingius S. Risk factors for uterine rupture and neonatal consequences of uterine rupture: a population-based study of successive pregnancies in Sweden. *Bjog* 2007;114(10):1208-14. (In eng). DOI: 10.1111/j.1471-0528.2007.01484.x.
52. Vilchez G, Nazeer S, Kumar K, Warren M, Dai J, Sokol RJ. Contemporary epidemiology and novel predictors of uterine rupture: a nationwide population-based study. *Archives of gynecology and obstetrics* 2017;296(5):869-875. (In eng). DOI: 10.1007/s00404-017-4508-4.
53. Gambacorti-Passerini Z, Gimovsky AC, Locatelli A, Berghella V. Trial of labor after myomectomy and uterine rupture: a systematic review. *Acta obstetrica et gynecologica Scandinavica* 2016;95(7):724-34. (In eng). DOI: 10.1111/aogs.12920.
54. Landon MB, Lynch CD. Optimal timing and mode of delivery after cesarean with previous classical incision or myomectomy: a review of the data. *Seminars in perinatology* 2011;35(5):257-61. (In eng). DOI: 10.1053/j.semperi.2011.05.008.
55. Hesselman S, Hogberg U, Ekholm-Selling K, Rassjo EB, Jonsson M. The risk of uterine rupture is not increased with single- compared with double-layer closure: a

- Swedish cohort study. *Bjog* 2015;122(11):1535-41. (In eng). DOI: 10.1111/1471-0528.13015.
56. Roberge S, Demers S, Girard M, Vikhareva O, Markey S, Chaillet N, Moore L, Paris G, Bujold E. Impact of uterine closure on residual myometrial thickness after cesarean: a randomized controlled trial. *American journal of obstetrics and gynecology* 2016;214(4):507.e1-507.e6. (In eng). DOI: 10.1016/j.ajog.2015.10.916.
 57. Durnwald C, Mercer B. Uterine rupture, perioperative and perinatal morbidity after single-layer and double-layer closure at cesarean delivery. *American journal of obstetrics and gynecology* 2003;189(4):925-9. (In eng).
 58. Vlemminx MW, de Lau H, Oei SG. Tocogram characteristics of uterine rupture: a systematic review. *Archives of gynecology and obstetrics* 2017;295(1):17-26. (In eng). DOI: 10.1007/s00404-016-4214-7.
 59. Andersen MM, Thisted DL, Amer-Wählin I, Krebs L. Can Intrapartum Cardiotocography Predict Uterine Rupture among Women with Prior Caesarean Delivery?: A Population Based Case-Control Study. *PLoS One* 2016;11(2):e0146347. (In eng). DOI: 10.1371/journal.pone.0146347.
 60. Phelan JP. Uterine rupture. *Clinical obstetrics and gynecology* 1990;33(3):432-7. (In eng). DOI: 10.1097/00003081-199009000-00007.
 61. Al-Zirqi I, Daltveit AK, Vangen S. Infant outcome after complete uterine rupture. *American journal of obstetrics and gynecology* 2018;219(1):109.e1-109.e8. (In eng). DOI: 10.1016/j.ajog.2018.04.010.
 62. Al-Zirqi I, Daltveit AK, Vangen S. Maternal outcome after complete uterine rupture. *Acta obstetrica et gynecologica Scandinavica* 2019;98(8):1024-1031. (In eng). DOI: 10.1111/aogs.13579.
 63. Markou GA, Muray JM, Poncelet C. Risk factors and symptoms associated with maternal and neonatal complications in women with uterine rupture. A 16 years multicentric experience. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 2017;217:126-130. (In eng). DOI: 10.1016/j.ejogrb.2017.09.001.
 64. Chauhan SP, Martin JN, Jr., Henrichs CE, Morrison JC, Magann EF. Maternal and perinatal complications with uterine rupture in 142,075 patients who attempted vaginal birth after cesarean delivery: A review of the literature. *American journal of obstetrics and gynecology* 2003;189(2):408-17. (In eng). DOI: 10.1067/s0002-9378(03)00675-6.
 65. Graham EM, Ruis KA, Hartman AL, Northington FJ, Fox HE. A systematic review of the role of intrapartum hypoxia-ischemia in the causation of neonatal encephalopathy. *American journal of obstetrics and gynecology* 2008;199(6):587-95. (In eng). DOI: 10.1016/j.ajog.2008.06.094.
 66. M S, T W. *Duale Reihe: Gynäkologie und Geburtshilfe* Stuttgart: Thieme Verlag, 2007.
 67. *Geburtshilfe DGfGu. S2k Leitlinie: Hypertensive Schwangerschaftserkrankungen: Diagnostik und Therapie* 03 2019 (https://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/015-018l_S2k_Diagnostik_Therapie_hypertensiver_Schwangerschaftserkrankungen_2019-07.pdf).
 68. Lack N. Perinatale Mortalität. In: Schneider H, Husslein P-W, Schneider KTM, eds. *Die Geburtshilfe*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2011:1195-1206.
 69. Hofmeyr GJ, Say L, Gulmezoglu AM. WHO systematic review of maternal mortality and morbidity: the prevalence of uterine rupture. *Bjog* 2005;112(9):1221-8. (In eng). DOI: 10.1111/j.1471-0528.2005.00725.x.

70. Rageth JC, Juzi C, Grossenbacher H. Delivery after previous cesarean: a risk evaluation. Swiss Working Group of Obstetric and Gynecologic Institutions. *Obstet Gynecol* 1999;93(3):332-7. (In eng). DOI: 10.1016/s0029-7844(98)00446-3.
71. Vandenberghe G, De Blaere M, Van Leeuw V, Roelens K, Englert Y, Hanssens M, Verstraelen H. Nationwide population-based cohort study of uterine rupture in Belgium: results from the Belgian Obstetric Surveillance System. *BMJ Open* 2016;6(5):e010415. DOI: 10.1136/bmjopen-2015-010415.
72. Vandenberghe G, Bloemenkamp K, Berlage S, Colmorn L, Deneux-Tharoux C, Gissler M, Knight M, Langhoff-Roos J, Lindqvist P, Oberaigner W, Van Roosmalen J, Zwart J, Roelens K, INOSS. The International Network of Obstetric Survey Systems study of uterine rupture: a descriptive multi-country population-based study. *BJOG: An International Journal of Obstetrics & Gynaecology* 2019;126(3):370-381. DOI: 10.1111/1471-0528.15271.
73. Chang YH. Uterine rupture over 11 years: A retrospective descriptive study. *Aust N Z J Obstet Gynaecol* 2020 (In eng). DOI: 10.1111/ajo.13133.
74. Sayed Ahmed WA, Habash YH, Hamdy MA, Ghoneim HM. Rupture of the pregnant uterus - a 20-year review. *J Matern Fetal Neonatal Med* 2017;30(12):1488-1493. (In eng). DOI: 10.1080/14767058.2016.1219997.
75. Roberge S, Chaillet N, Boutin A, Moore L, Jastrow N, Brassard N, Gauthier RJ, Hudic I, Shipp TD, Weimar CH, Fatusic Z, Demers S, Bujold E. Single- versus double-layer closure of the hysterotomy incision during cesarean delivery and risk of uterine rupture. *Int J Gynaecol Obstet* 2011;115(1):5-10. (In eng). DOI: 10.1016/j.ijgo.2011.04.013.
76. Dodd JM, Anderson ER, Gates S. Surgical techniques for uterine incision and uterine closure at the time of caesarean section. *Cochrane Database Syst Rev* 2008(3):Cd004732. (In eng). DOI: 10.1002/14651858.CD004732.pub2.
77. Roberge S, Demers S, Berghella V, Chaillet N, Moore L, Bujold E. Impact of single- vs double-layer closure on adverse outcomes and uterine scar defect: a systematic review and metaanalysis. *Am J Obstet Gynecol* 2014;211(5):453-60. (In eng). DOI: 10.1016/j.ajog.2014.06.014.
78. Yang Y, Wang Z, Mo M, Muyiduli X, Wang S, Li M, Jiang S, Wu Y, Shao B, Shen Y, Yu Y. The association of gestational diabetes mellitus with fetal birth weight. *J Diabetes Complications* 2018;32(7):635-642. (In eng). DOI: 10.1016/j.jdiacomp.2018.04.008.
79. Antila-Langsjo RM, Maenpaa JU, Huhtala HS, Tomas EI, Staff SM. Cesarean scar defect: a prospective study on risk factors. *Am J Obstet Gynecol* 2018;219(5):458.e1-458.e8. (In eng). DOI: 10.1016/j.ajog.2018.09.004.
80. McLaren RA, Jr., Ndubizu C, Atallah F, Minkoff H. Association of uterine rupture with pregestational diabetes in women undergoing trial of labor after cesarean delivery. *J Matern Fetal Neonatal Med* 2018:1-161. (In eng). DOI: 10.1080/14767058.2018.1557143.
81. Leung AS, Leung EK, Paul RH. Uterine rupture after previous cesarean delivery: maternal and fetal consequences. *Am J Obstet Gynecol* 1993;169(4):945-50. (In eng). DOI: 10.1016/0002-9378(93)90032-e.
82. Holmgren C, Scott JR, Porter TF, Esplin MS, Bardsley T. Uterine rupture with attempted vaginal birth after cesarean delivery: decision-to-delivery time and neonatal outcome. *Obstet Gynecol* 2012;119(4):725-31. (In eng). DOI: 10.1097/AOG.0b013e318249a1d7.

83. Malin GL, Morris RK, Khan KS. Strength of association between umbilical cord pH and perinatal and long term outcomes: systematic review and meta-analysis. *Bmj* 2010;340:c1471. (In eng). DOI: 10.1136/bmj.c1471.
84. Thisted DL, Mortensen LH, Krebs L. Uterine rupture without previous caesarean delivery: a population-based cohort study. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 2015;195:151-5. (In eng). DOI: 10.1016/j.ejogrb.2015.10.013.
85. Gibbins KJ, Weber T, Holmgren CM, Porter TF, Varner MW, Manuck TA. Maternal and fetal morbidity associated with uterine rupture of the unscarred uterus. *Am J Obstet Gynecol* 2015;213(3):382.e1-6. (In eng). DOI: 10.1016/j.ajog.2015.05.048.
86. Pepin M, Schwarze U, Superti-Furga A, Byers PH. Clinical and genetic features of Ehlers-Danlos syndrome type IV, the vascular type. *N Engl J Med* 2000;342(10):673-80. (In eng). DOI: 10.1056/nejm200003093421001.
87. Rudd NL, Nimrod C, Holbrook KA, Byers PH. Pregnancy complications in type IV Ehlers-Danlos Syndrome. *Lancet* 1983;1(8314-5):50-3. (In eng). DOI: 10.1016/s0140-6736(83)91577-5.
88. Khabbaz AY, Usta IM, El-Hajj MI, Abu-Musa A, Seoud M, Nassar AH. Rupture of an unscarred uterus with misoprostol induction: case report and review of the literature. *J Matern Fetal Med* 2001;10(2):141-5. (In eng). DOI: 10.1080/714904310.
89. Sakr R, Berkane N, Barranger E, Dubernard G, Darai E, Uzan S. Unscarred uterine rupture--case report and literature review. *Clin Exp Obstet Gynecol* 2007;34(3):190-2. (In eng).
90. Miller DA, Goodwin TM, Gherman RB, Paul RH. Intrapartum rupture of the unscarred uterus. *Obstet Gynecol* 1997;89(5 Pt 1):671-3. (In eng). DOI: 10.1016/s0029-7844(97)00073-2.
91. Enebe JT, Ofor IJ, Okafor, II. Placenta percreta causing spontaneous uterine rupture and intrauterine fetal death in an unscarred uterus: A case report. *Int J Surg Case Rep* 2019;65:65-68. (In eng). DOI: 10.1016/j.ijscr.2019.10.039.
92. Esmans A, Gerris J, Corthout E, Verdonk P, Declercq S. Placenta percreta causing rupture of an unscarred uterus at the end of the first trimester of pregnancy: case report. *Hum Reprod* 2004;19(10):2401-3. (In eng). DOI: 10.1093/humrep/deh421.
93. Norwitz ER, Stern HM, Grier H, Lee-Parritz A. Placenta percreta and uterine rupture associated with prior whole body radiation therapy. *Obstet Gynecol* 2001;98(5 Pt 2):929-31. (In eng). DOI: 10.1016/s0029-7844(01)01435-1.
94. Morken NH, Henriksen H. Placenta percreta--two cases and review of the literature. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 2001;100(1):112-5. (In eng). DOI: 10.1016/s0301-2115(01)00422-5.
95. LeMaire WJ, Louisy C, Dalessandri K, Muschenheim F. Placenta percreta with spontaneous rupture of an unscarred uterus in the second trimester. *Obstet Gynecol* 2001;98(5 Pt 2):927-9. (In eng). DOI: 10.1016/s0029-7844(01)01580-0.
96. Endres LK, Barnhart K. Spontaneous second trimester uterine rupture after classical cesarean. *Obstet Gynecol* 2000;96(5 Pt 2):806-8. (In eng). DOI: 10.1016/s0029-7844(00)01028-0.
97. Collins S, Alemdar B, van beekhuizen H, Charline B, Braun T, Calda P, Delorme P, Duvekot J, Grønbeck L, Kayem G, Langhoff-Roos J, Marcellin L, Martinelli P, Morel O, mhallem Gziri M, Morlando M, Noergaard L, Nonnenmacher A, Pateisky P, Chantraine F. Evidence-based guidelines for the management of abnormally-invasive placenta (AIP): recommendations from the International Society for AIP. *American Journal of Obstetrics and Gynecology* 2019;220. DOI: 10.1016/j.ajog.2019.02.054.

98. Fitzpatrick KE, Kurinczuk JJ, Alfirevic Z, Spark P, Brocklehurst P, Knight M. Uterine rupture by intended mode of delivery in the UK: a national case-control study. *PLoS Med* 2012;9(3):e1001184. (In eng). DOI: 10.1371/journal.pmed.1001184.
99. Thavarajah H, Flatley C, Kumar S. The relationship between the five minute Apgar score, mode of birth and neonatal outcomes. *The journal of maternal-fetal & neonatal medicine : the official journal of the European Association of Perinatal Medicine, the Federation of Asia and Oceania Perinatal Societies, the International Society of Perinatal Obstet* 2018;31(10):1335-1341. (In eng). DOI: 10.1080/14767058.2017.1315666.
100. Holmgren CM. Uterine rupture associated with VBAC. *Clin Obstet Gynecol* 2012;55(4):978-87. (In eng). DOI: 10.1097/GRF.0b013e31826fd9b0.
101. Levin G, Meyer R, Mor N, Yagel S, David M, Yinon Y, Rottenstreich A. Trial of Labor After Cesarean in Adolescents - A Multicenter Study. *J Pediatr Adolesc Gynecol* 2020;33(4):398-402. (In eng). DOI: 10.1016/j.jpag.2020.02.006.
102. Zhang J, Troendle J, Reddy UM, Laughon SK, Branch DW, Burkman R, Landy HJ, Hibbard JU, Haberman S, Ramirez MM, Bailit JL, Hoffman MK, Gregory KD, Gonzalez-Quintero VH, Kominiarek M, Learman LA, Hatjis CG, van Veldhuisen P. Contemporary cesarean delivery practice in the United States. *Am J Obstet Gynecol* 2010;203(4):326.e1-326.e10. (In eng). DOI: 10.1016/j.ajog.2010.06.058.
103. Wu Y, Kataria Y, Wang Z, Ming WK, Ellervik C. Factors associated with successful vaginal birth after a cesarean section: a systematic review and meta-analysis. *BMC Pregnancy Childbirth* 2019;19(1):360. (In eng). DOI: 10.1186/s12884-019-2517-y.
104. Kok N, Wiersma IC, Opmeer BC, de Graaf IM, Mol BW, Pajkrt E. Sonographic measurement of lower uterine segment thickness to predict uterine rupture during a trial of labor in women with previous Cesarean section: a meta-analysis. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2013;42(2):132-9. (In eng). DOI: 10.1002/uog.12479.
105. Trojano G, Damiani GR, Olivieri C, Villa M, Malvasi A, Alfonso R, Loverro M, Cicinelli E. VBAC: antenatal predictors of success. *Acta Biomed* 2019;90(3):300-309. (In eng). DOI: 10.23750/abm.v90i3.7623.
106. Wen SW, Rusen ID, Walker M, Liston R, Kramer MS, Baskett T, Heaman M, Liu S. Comparison of maternal mortality and morbidity between trial of labor and elective cesarean section among women with previous cesarean delivery. *Am J Obstet Gynecol* 2004;191(4):1263-9. (In eng). DOI: 10.1016/j.ajog.2004.03.022.
107. Guise J-M, McDonagh MS, Osterweil P, Nygren P, Chan BKS, Helfand M. Systematic review of the incidence and consequences of uterine rupture in women with previous caesarean section. *BMJ* 2004;329(7456):19. DOI: 10.1136/bmj.329.7456.19.
108. No G-tG. Birth After Previous Caesarean Birth. Royal Collegue of Obstetricians and Gynaecologists 2015.
109. Thisted DL, Mortensen LH, Hvidman L, Rasmussen SC, Larsen T, Krebs L. Use of ICD-10 codes to monitor uterine rupture: validation of a national birth registry. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 2014;173:23-8. (In eng). DOI: 10.1016/j.ejogrb.2013.10.033.

Eidesstattliche Versicherung

„Ich, Alisa Kästner, versichere an Eides statt durch meine eigenhändige Unterschrift, dass ich die vorgelegte Dissertation mit dem Thema: Inzidenz und Einflussfaktoren der offenen Uterusruptur/ Incidence and risk factors of complete uterine rupture, selbstständig und ohne nicht offengelegte Hilfe Dritter verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel genutzt habe.

Alle Stellen, die wörtlich oder dem Sinne nach auf Publikationen oder Vorträgen anderer Autoren/innen beruhen, sind als solche in korrekter Zitierung kenntlich gemacht. Die Abschnitte zu Methodik (insbesondere praktische Arbeiten, Laborbestimmungen, statistische Aufarbeitung) und Resultaten (insbesondere Abbildungen, Graphiken und Tabellen) werden von mir verantwortet.

Meine Anteile an etwaigen Publikationen zu dieser Dissertation entsprechen denen, die in der untenstehenden gemeinsamen Erklärung mit dem Erstbetreuer, angegeben sind. Für sämtliche im Rahmen der Dissertation entstandenen Publikationen wurden die Richtlinien des ICMJE (International Committee of Medical Journal Editors; www.icmje.org) zur Autorenschaft eingehalten. Ich erkläre ferner, dass ich mich zur Einhaltung der Satzung der Charité – Universitätsmedizin Berlin zur Sicherung Guter Wissenschaftlicher Praxis verpflichte.

Weiterhin versichere ich, dass ich diese Dissertation weder in gleicher noch in ähnlicher Form bereits an einer anderen Fakultät eingereicht habe.

Die Bedeutung dieser eidesstattlichen Versicherung und die strafrechtlichen Folgen einer unwahren eidesstattlichen Versicherung (§§156, 161 des Strafgesetzbuches) sind mir bekannt und bewusst.“

Datum

Unterschrift

Anteilserklärung an etwaigen erfolgten Publikationen

Alisa Kästner hatte folgenden Anteil an den folgenden Publikationen:

Publikation 1: Kästner A, Dimitrova D, Richter R, Schwickert A, Henrich W, Braun, T, Inzidenz und Einflussfaktoren einer offenen Uterusruptur, 29. Deutscher Kongress für Perinatale Medizin (DGPM), 2019, ePoster Sitzung 1.5: Risikofaktoren in der Schwangerschaft und Stillzeit, ID: 125

Datenerhebung, statistische Auswertung, Erstellung des Abstrakts/ Posters und aller Tabellen, Präsentation

Unterschrift, Datum und Stempel des/der erstbetreuenden Hochschullehrers/in

Unterschrift des Doktoranden/der Doktorandin

Lebenslauf

Mein Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht.

Publikationsliste

Publikation 1: Kästner A, Dimitrova D, Richter R, Schwickert A, Henrich W, Braun, T, Inzidenz und Einflussfaktoren einer offenen Uterusruptur, 29. Deutscher Kongress für Perinatale Medizin (DGPM), 2019, ePoster Sitzung 1.5: Risikofaktoren in der Schwangerschaft und Stillzeit, ID: 125

Danksagung

Mein größter Dank gilt PD Dr. med. Thorsten Braun für die Überlassung dieses Forschungsthemas sowie für die stete Betreuung und Beratung der Forschungsarbeit.

Ferner möchte ich Dr. med. Desislava Dimitrova für die Betreuung, allzeitige Unterstützung und zahlreichen Ratschläge danken.

Für die Unterstützung bei der Erstellung der Datenbank sowie der statistischen Auswertung der multivariaten Analyse möchte ich gerne meinen Dank an Dr. rer. medic. Rolf Richter und Dr. rer. nat. Konrad Neumann aussprechen.

Des Weiteren möchte ich mich insbesondere bei meiner Schwester Anika Kästner für ihre konstruktiven Ratschläge und Ihre unermüdliche Unterstützung bedanken.

Zu guter Letzt möchte ich meinen Eltern, Silke und Ingo Kästner danken, die mich stets in meinen Zielen bestärkt und allzeit unterstützt haben.