Aus der Klinik für Frauenheilkunde und Geburtshilfe
der Medizinischen Fakultät der Charité - Universitätsmedizin Berlin

Dissertation

Der Effekt auf die Narbendicke nach einschichtigem oder zweischichtigem Verschluss der Uterotomie bei der Sectio Caesarea: Eine prospektiv randomisierte Studie

Zur Erlangung des akademischen Grades
Doctor medicinae (Dr. med.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät
Charité - Universitätsmedizin Berlin

von

Verena Bujak
aus Wuppertal

Datum der Promotion: 02. März 2018

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Verzeichnis der Abkürzungen	5
Verzeichnis der Abbildungen	6
Verzeichnis der Tabellen	6
Abstrakt	7
1. Deutsch	7
2. Englisch	9
1. Einleitung und Ziel der Arbeit	11
1.1 Sectio caesarea und die Sectiorate im zeitlichen Verlauf	11
1.2 Geschichtliche Hintergründe der Operationstechnik	12
1.3 Vaginale Geburt nach vorausgegangener Sectio caesarea	13
1.4 Komplikationen der Sectio caesarea	15
1.4.1 Kurzzeit-Komplikationen	15
1.4.2 Langzeit-Komplikationen	16
1.5 Nahttechnik zum Verschluss der Uterotomie	17
1.6 Sonographische Untersuchung der Sectionarbe	18
1.7 Ergebnis der bisherigen Studien	20
1.7.1 Einfach- vs. Doppelnaht in Bezug auf Narbendefekte und das Uterusrupturrisiko	20
1.7.2 Einfach- vs. Doppelnaht in Bezug auf die Narbendicke	22
1.8 Ziel der Arbeit	24
2. Patientinnen und Methode	25
2.1 Studiendesign	25
2.2 Patientinnen	26
2.2.1 Einschlusskriterien	26
2.2.2 Ausschlusskriterien	26
2.3 Methoden und Material	28
2.3.1 Durchführung der Sectio caesarea	28
2.3.1.1 Nahttechnik zum Verschluss der Uterotomie	29

2.3.2 Postpartale Datenerhebung 31
2.3.3 Transvaginale Sonographie Follow up 6 Wochen und 6-24 Monate post sectionem 32
2.3.4 Statistische Auswertung 34

3. Ergebnisse 35
3.1 Charakteristika des Patientinnenkollektivs 35
3.1.1 Allgemeine Charakteristika der Patientinnen 35
3.1.2 Gravidität und Parität 37
3.1.3 Einlings-, Zwillings- und Drillingsschwangerschaften 37
3.1.4 Elektive und sekundäre Sectio 37
3.1.5 Erste Sectio und Re-Sectio 37
3.2 Charakteristika der Neugeborenen 38
3.3 Angaben zur Operation 39
3.3.1 Operationsdauer 40
3.3.2 Ausbildungsstand der Operateure 40
3.3.3 Blutverlust insgesamt 40
3.3.4 Sekundäre Sectio 41
3.3.5 Indikation zur elektiven und sekundären Sectio 41
3.3.6 Muttermundseröffnung bei Sectio 41
3.3.7 Randomisierte vs. falsch durchgeführte Uterusnaht 42
3.3.8 Zusätzliche Umstechungen zur Blutstillung 42
3.3.9 Postpartaler Verlauf (Wochenbett) 43
3.4 Ergebnisse der transvaginalen sonographischen Untersuchung 44
3.4.1 Follow-up 6 Wochen post sectionem 44
3.4.1.1 Anzahl der Patientinnen 44
3.4.1.2 Tage post sectionem 44
3.4.1.3 Uteruslage (Anteflexion/ Retroflexion) 44
3.4.1.4 Narbendicke 45
3.4.2 Follow-up 6-24 Monate post sectionem 46
3.4.2.1 Anzahl der Patientinnen 46
3.4.2.2 Tage post sectionem 46
3.4.2.3 Uteruslage (Anteflexion/ Retroflexion) 46
3.4.2.4 Narbendicke 47

4. Diskussion 53
4.1 Charakteristika der Patientinnen 54
4.2 Messergebnisse im Vergleich zu bisherigen Studienergebnissen 54
4.2.1 Nahttechnik in Bezug auf das perioperative Outcome 55
4.2.2 Nahttechnik in Bezug auf das short- und long-term outcome 57
4.3 Einfluss der Nahttechnik auf die Wundheilung 59
4.4 Uterusruptur und ihr Risiko 61
4.5 Narbendicke als Marker für das Uterusrupturrisiko 62
4.6 Stärken und Limitationen der Studie 63

5. Zusammenfassung 66
6. Literaturverzeichnis 67
7. Eidesstattliche Erklärung 78
8. Lebenslauf 79
9. Danksagung 81

Verzeichnis der Abkürzungen

vs.	versus
n	Fallzahl
p	Signifikanzniveau
RCT	randomized controlled trial
WHO	Weltgesundheitsorganisation
VBAC	vaginal birth after cesarean
OR	odds ratio
Abb.	Abbildung
CSE	kombinierte Spinal- und Epiduralanästhesie
PDA	Periduralanästhesie
IE	internationale Einheiten
BMI	Body-Mass-Index
SSL	Scheitel-Steiß-Länge
MHz	Megahertz
STD	Standardabweichung
Tab.	Tabelle
mind.	mindestens
ml	Milliliter
CTG	cardiotocography
cm	Zentimeter
°C	Grad Celsius

Verzeichnis der Abbildungen

Abb.- Nr.		Seite
1	Flow-Chart der Rekrutierung; Fallzahlen und loss to follow-up beim ersten und zweiten Follow-up	27
2	Skizzen der drei verschiedenen Nahttechniken	29
3	Foto der Doppelnaht intraoperativ	30
4	Streuungsdiagramm der Ergebnisse der sonographischen Narbenmessung 6 Wochen post sectionem	45
5	Streuungsdiagramm der Ergebnisse der sonographischen Narbenmessung 6-24 Monate post sectionem	48
6	Follow-up 6 Monate postpartum. Transvaginaler Ultraschall und Messung der Sectionarbendicke	51
7	Follow-up 6-24 Monate postpartum. Transvaginaler Ultraschall und Messung der Sectionarbendicke	52

Verzeichnis der Tabellen

Tab.- Nr.		Seite
1	Allgemeine Charakteristika der Patientinnen	36
2	Geburtsgewicht der Neugeborenen	38
3	Charakteristika der Operation	39
4	Postpartaler Verlauf (Wochenbett)	43
5	Durchschnittliche Narbendicke; maternale Subgruppenbildung: Elektive Sectio und erste Sectio	49
6	Selektive Subgruppen: demographische und klinische Charakteristika der Patentinnen mit elektiver oder ersten Sectio caesarea	50

Abstrakt

Einleitung:
Eine große Bedeutung hat die Nahttechnik zum Verschluss der Uterotomie auf die Wundheilung nach Sectio caesarea. In mehreren Studien wurden bereits die verschiedenen Nahtformen, Einzel- vs. Doppelnaht, miteinander verglichen. Teils widersprüchliche Untersuchungsergebnisse konnten die Frage, in welchem Ausmaß die Nahtform zum Verschluss der Uterotomie Einfluss auf die Umbauvorgänge des Narbengewebes nimmt, nicht eindeutig beantworten. Unser Ziel war es mit dieser randomisierten kontrollierten Studie den Heilungsprozess der Uterusnarbe nach Einzel- oder Doppelnaht durch transvaginale Sonographie longitudinal 6 Wochen und 6-24 Monate post sectionem zu beurteilen.

Methodik:
An der randomisierten kontrollierten Studie nahmen 435 Frauen,
die per elektiver oder sekundärer Sectio, zum ersten oder wiederholten Mal entbunden wurden, teil. Per Zufall wurde ihnen eine der drei Nahttechniken zugeteilt:

1. Fortlaufende einreihige Naht
2. Fortlaufende durchschlungene einreihige Naht
3. Doppelreihige Naht

Die doppelte Verschlusstechnik bestand aus einer fortlaufenden Einzelnaht und einer zweiten fortlaufenden die erste versenkende Nahtreihe. Ein transvaginaler Ultraschall wurde 6 Wochen sowie 6-24 Monate postpartum durchgeführt und die Myometriumdicke im Bereich der Sectionarbe wurde gemessen. Die Untersucher waren für die Nahttechnik geblindet.

Ergebnisse:
In die Intention-to-treat und As-treated ANOVA Analyse wurden 435 Patientinnen eingeschlossen (n=149 fortlaufend einreihige Naht, n=157 fortlaufend durchschlungene einreihige Naht und n=129 doppelreihige Naht).
Sechs Wochen postpartum war die mediane Narbendicke in allen drei Gruppen nicht signifikant unterschiedlich (p=0.84);

10.0 (8.5-12.3 mm) fortlaufend einreihige Naht vs. 10.1 (8.2-12.7 mm) fortlaufend durchschlungene einreihige Naht vs. 10.8 (8.1-12.8 mm) doppelreihige Naht.
Auch beim zweiten Follow-up war die Dicke der Uterotomienarbe nicht signifikant unterschiedlich (p=0.06); nach einer doppelten Naht 7.3 (5.7-9.1 mm), im Vergleich zur fortlaufenden einreihigen Naht 6.4 (5.0-8.8 mm) oder fortlaufend durchschlungen einreihigen Naht 6.8 (5.2-8.7 mm). Ausschließlich Schwangere, die ihren ersten oder elektiven Kaiserschnitt erhielten, zeigten eine signifikant (p=0.03; p=0.02 As-treated) dickere Uterotomienarbe nach doppelter Naht im Vergleich zu Frauen nach fortlaufend einreihiger Naht.

Schlussfolgerung:

In unserem Studienkollektiv war die doppelte Naht im Vergleich zur einfach fortlaufenden Naht der Uterotomie nur bei Erstsectiones und elektiven Eingriffen nach >6 Monaten postoperativ mit einer signifikant dickeren Narbe assoziiert.
Um eine Aussage darüber machen zu können, ob eine dickere Narbe auf eine bessere Wundheilung zurückzuführen ist und ob das Risiko für eine Uterusruptur insbesondere während des Spontanpartus in einer Folgeschwangerschaft durch ein dickeres Narbengewebe reduziert ist, bedarf es weiteren Untersuchungen.

Abstract

Objective:

The surgical technique to close a hysterotomy incision after cesarean delivery and its subsequent outcome are important. Different suturing techniques to close the uterotomy after a cesarean section (single- vs. double-layer) have been compared by several studies. Nevertheless, uncertainty about the correlation between the surgical technique and the healing process of the myometrium after cesarean delivery still exists. The aim of this RCT was to longitudinally evaluate the uterine-scar healing via transvaginal ultrasound after single- or double-layer uterine closure 6 weeks and 6-24 months post-sectionem.

Methods:

The prospective RCT was accomplished in 435 women who got an elective or secondary cesarean section for either the first or repeated time. Participating women were allocated to three uterotomy suture techniques: continous single-layer unlocked suturing, continous locked single-layer suturing, or double-layer suturing. Double layer technique consisted of a first continous unlocked layer and a second continous non-locking imbricating suture. A transvaginal ultrasonography measure of residual myometrial thickness in the lower uterine segment was performed six weeks and 6-24 months after cesarean delivery. Sonographers were blinded to the closure technique.

Results:

An intention-to-treat and as-treated ANOVA analysis included 435 patients (n= 149 single-layer unlocked suturing, n=157 single layer locked suturing, and 129 double layer suturing). At six weeks postpartum, mean scar thickness did not differ among the three groups; 10.0 (8.5- 12.3 mm) single layer unlocked vs. 10.1 (8.2-12.7 mm) single layer locked vs 10.8 (8.1-12.8 mm) double layer; (p=0,84).

Women who underwent primary or elective cesarean delivery showed a significantly (p=0.03; p=0.02 as-treated) increased median scar thickness after double layer closure vs. single layer unlocked suture.

Conclusion:

We found that a double layer closure of the hysterotomy is associated with a thicker myometrium scar only in primary or elective cesarean delivery patients and only after at least 6 months postpartum.

Further studies are warrented to evaluate whether increased scar thickness is a sign of good scar healing and is protective of uterine rupture in a trial of labor in subsequent pregnancies.

1. Einleitung und Ziel der Arbeit

1.1 Sectio caesarea und die Sectiorate im zeitlichen Verlauf

Die Sectio caesarea ist der häufigste durchgeführte abdominal chirurgische Eingriff weltweit (1-3). Die Anzahl der per Kaiserschnitt geborenen Kinder ist in den entwickelten Ländern sowie Schwellenländern in den letzten zwei Jahrzehnten kontinuierlich angestiegen.

Nach Angaben der Weltgesundheitsorganisation (WHO) liegt die durchschnittliche Kaiserschnittrate bei etwa 15%. Das bedeutet, dass weltweit jährlich mehr als 18,5 Millionen Kinder per Sectio caesarea geboren werden (4).

Auch in Deutschland ist der Anteil der per Kaiserschnitt entbundenen Frauen stark gestiegen. In den Jahren zwischen 1990 und 2011 hat er sich mehr als verdoppelt, von 15,7 auf 32,1% (5). Im Jahr 2012 war die Rate mit 31,7% erstmalig leicht rückläufig. In den darauffolgenden Jahren 2013 und 2014 zeigte sie sich mit 31,8% konstant (6).

Für die steigende Sectiorate werden in den letzten Jahren eine Reihe an Einflussfaktoren diskutiert. Dazu gehören kulturelle und soziologische Veränderungen, sowie die sich stark gewandelten rechtlichen Konsequenzen, die die allgemeine Akzeptanz des Kaiserschnittes erheblich gesteigert haben. Die Durchführung der Sectio caesarea ist immer sicherer geworden. Auch psychosoziale Faktoren, wie die maternale Angst vor der vaginalen Geburt oder der Wunsch nach einem Kaiserschnitt ohne vorhandene geburtshilfliche oder medizinische Notwendigkeit stellen immer häufiger die Indikation für die Schnittentbindung dar. Das veränderte Risikoprofil der immer älter werdenden Erstgebärenden sowie das des Kindes werden als Ursache für die hohe Kaiserschnittquote aufgeführt.

Darüber hinaus sind es die häufiger auftretenden Mehrlingsschwangerschaften (bedingt durch den zunehmenden Einsatz an medizinisch assistierten Fortpflanzungsverfahren), der Rückgang an Spontangeburten aus Beckenendlage und die abnehmende Zahl an Spontangeburten nach vorausgegangenem Kaiserschnitt (7), die die Sectiorate steigen lassen.

Insgesamt liegt in nur weniger als 10% der Kaiserschnitte eine absolute medizinische Indikation vor (8).

In den letzten Jahrzehnten ist ganz deutlich zu erkennen, dass sich die Geburtshilfe in eine defensive und risikoorientierte Geburtshilfe gewandelt hat.
Allerdings stellt heutzutage unter bestimmten Voraussetzungen ein vorausgegangener Kaiserschnitt keinen zwingenden Grund für eine erneute Sectio mehr da. So ist es in vielen Fällen allein das Sicherheitsbedürfnis der Patientin und der steigende medikolegale Druck auf die Geburtsmediziner der zur primären Re-Sectio führt. Durch die Möglichkeit einer sicheren Einschätzung und Vermeidung des gefürchteten Risikos einer Uterusruptur während des Spontanpartus am voroperierten Uterus könnte die Zahl an Re-Sectiones, die mit 30% aller primären Sectiones und 12% aller sekundären Sectiones einen erheblichen Anteil an allen Sectiones ausmachen, gesenkt werden.
Bekannt ist, dass die Nahttechnik zum Verschluss der Uterotomie einen Einfluss auf die Narbenheilung hat und somit das Risiko einer Uterusruptur in Folgeschwangerschaft maßgeblich mitbestimmt (4, 9, 10). Die Nahttechnik, die eine optimale Wundheilung am Uterus nach sich zieht, ist bis heute noch nicht evidenzbasiert.

1.2 Geschichtliche Hintergründe der Operationstechnik

Die erste dokumentierte Sectio caesarea stammt aus dem Jahr 1020 n.Chr (7). Eine Vielzahl an Entwicklungsschritten ist die Operationstechnik zur Durchführung der Sectio caesarea seit Beginn und insbesondere seit Einführung des Kaiserschnittes an der lebenden Patientin seit Mitte bis Ende des 16. Jahrhunderts durchlaufen. Erste und wichtige Meilensteine in der Entwicklung der Operationstechnik bei Sectio caesarea wurde 1881 durch Ferdinand Adolf Kehrer und 1882 durch Max Sänger gesetzt. Kehrer empfahl, zunächst ohne Beachtung zu erfahren, den Uterus-Längsschnitt durch einen an den Seiten ansteigenden Querschnitt im unteren Uterinsegment zu ersetzen. Als Begründung führte er das geringere Blutungsrisiko durch weniger Gefäß- und Plazentaverletzungen und die im unteren Drittel verminderten Kontraktionskraft des Uterus, die zum Reißen der Nähte oder der späteren Narbe führen kann, auf. Sänger gelang es zu beweisen, dass durch eine Naht der Uterotomie (11, 12) das Auftreten von Hämorrhagien und die Inzidenz der maternalen Mortalität deutlich reduziert werden konnte. Bis dato war es unüblich gewesen, den Uterus durch eine Naht zu verschließen, da man der Meinung war, dass sich die Schnittwunde wegen der großen Retraktionskraft des Myometriums von selbst schließen würde.

Ab 1921 wurde von John Martin Munro Kerr der Querschnitt im unteren Uterinsegment (low transverse incision) erneut stark propagiert (7, 13). Die Vorteile dieser Form der Inzision im Vergleich zur vertikalen Uterotomie wurden durch ihn sowie durch Heinrich Doerfler deutlich betont. Genannt wurde auch hier die bessere Wundheilung durch das sich wesentlich passiver verhaltene Muskelgewebe im unteren Uterinsegment und die verminderte Narbendehnung und das damit einhergehende reduzierte Rupturrisiko in einer Folgeschwangerschaft (13, 14).
Erst nach dem Zweiten Weltkrieg gelang es Pfaneuf den tiefen Querschnitt als Inzisionsform bei Sectio caesarea endgültig zu etablieren (15-17) und die ein- oder zweireihige Muskelnaht des Uteruses (zuzüglich Serosanaht) fand allgemeine Akzeptanz (18).
Seit 1994 ist der operative Zugang sowie Verschluss nach Misgav-Ladach, entwickelt durch Michael Stark und seine Kollegen (9, 19, 20), die am weitesten verbreitete Operationsmethode. Beruhend auf historischen Vorbildern wird bei dieser Technik die Inzisionen an Faszie und Uterus manuell erweitert und die Uterotomie durch eine einschichtige fortlaufende durchschlungene Naht verschlossen (18).
In Hinsicht auf die Nahttechnik zum Verschluss der Uterotomie wurde die ursprünglich angewendete Doppelnaht im Verlauf zunehmend durch Einzelknopfnähte und dann im Rahmen der Misgav-Ladach-Technik durch die fortlaufende einreihige Naht ersetzt (9, 21).

1.3 Vaginale Geburt nach vorausgegangener Sectio caesarea

Als Konsequenz der steigenden Anzahl an Kaiserschnitten, stellt sich zunehmend die Frage, welche Entbindungsmöglichkeit für die Frauen im Status nach Sectio caesarea in einer erneuten Schwangerschaft die sicherste ist. Mit Etablierung des tiefen Querschnitts und der ein- oder zweireihigen Naht zum Verschluss der Uterotomie konnte die Gefahr einer Narbenruptur während der vaginalen Entbindung deutlich gesenkt werden.
Ziel der meisten Entwicklungsländer, so Michael Stark, sollte es sein, die Gesamt-Kaiserschnittrate auf 15% zu senken. Einen Weg, dieses zu erreichen, besteht in der Erhöhung der Anzahl an VBAC, nachdem fast ein Drittel der Kaiserschnitte bei Patientinnen nach vorausgegangenem Kaiserschnitt erfolgen (22). Deutlich wird diese

Tatsache am Beispiel der USA. Der Anteil an primären Sectiones ist von 21,2% im Jahre 1996 auf 27,1% im Jahre 2003 angestiegen. Über das gleiche Zeitintervall fiel die Anzahl an VBAC von 28,3% auf 10,6% (23, 24).

Nach heutigem Wissensstand kann, eine sogfältige Geburtsplanung und -überwachung vorausgesetzt, eine vaginale Geburt nach Kaiserschnitt in 70% und mehr Fällen sicher begleitet werden (25).

In einer großen prospektiven Multicenterstudie von Landon et al. wurden über vier Jahre, die Auswirkungen auf Mutter und Kind bei Schwangeren mit Zustand nach vorausgegangener Sectio caesarea bei erneuter Sectio oder einer vaginalen Entbindung untersucht (25). An der Studie beteiligten sich 19 akademische Lehrkrankenhäuser in den USA. Ein vaginaler Entbindungsversuch wurde bei insgesamt 17898 Schwangeren unternommen und bei 15801 Frauen wurde eine elektive Re-Sectio durchgeführt. Die Erfolgsrate der vaginalen Entbindung in der VBAC-Gruppe lag bei 73,4%.

Die Zahl an VBAC variiert erheblich zwischen den verschiedenen Geburtskliniken. Aktuelle offizielle Zahlen sind nicht bekannt.

Die Risiken und Vorteile beider Entbindungsformen (vaginale Entbindung vs. Re-Sectio) sind durch den Geburtsmediziner für jede betroffene Schwangere individuell zu überdenken und ausführlich mit der Patientin zu besprechen (26, 27).

Bekannt ist, dass die Anzahl der vorausgegangenen Sectiones einen Einfluss auf den Ausgang des spontanen Entbindungsversuches hat. Die Erfolgsquote sinkt mit jedem weiteren vorausgegangenen Kaiserschnitt. Eine bereits stattgefundene erfolgreiche VBAC ist für den Erfolg hingegen förderlich (28), ebenso der spontane Wehenbeginn mit gleichzeitiger Eröffnung des Muttermundes.

Grundsätzlich sollten für eine erfolgreiche vaginale Geburt nach Kaiserschnitt einige Fragen vorab geklärt werden und folgende Grundvoraussetzungen sollten erfüllt sein:

- Fetale Schädellage
- Ausschluss eines cephalo-pelvinen Missverhältnisses
- Ausschluss der zum vorausgegangenen Kaiserschnitt geführten Indikation
- Möglichkeit zum dauerhaften Monitoring unter der Geburt
- Spontaner Wehenbeginn mit gutem Geburtsfortschritt
- Erfahrenes Personal

- Motivation und Wille der Patientin zum vaginalen Entbindungsversuch mit Bewusstsein, dass ein Notkaiserschnitt im Interesse ihrer selbst oder des Kindes erforderlich werden könnte

Zusammen mit den oben aufgeführten Grundvoraussetzungen kann eine Ultraschallbeurteilung des unteren Uterinsegmentes zur Vorhersage einer möglichen erfolgreichen vaginalen Entbindung beitragen. In der prospektiven Beobachtungsstudie von Rozenberg et al. (29) und in einigen weiteren Studien konnte die Aussagekraft der Ultraschalluntersuchung hinsichtlich des Narbenrupturrisikos bewiesen werden. Näheres hierzu wird unter den Punkten 1.6 und 1.7 erläutert.

1.4 Komplikationen der Sectio caesarea

Als Folge der steigenden Sectiorate ist ebenfalls mit einem Anstieg der mit dem Eingriff assoziierten Komplikationen zu rechnen (30, 31). Im Allgemeinen wird zwischen Kurzzeit- und Langzeit-Komplikationen unterschieden.

1.4.1 Kurzzeit-Komplikationen

Perioperativ auftretende Komplikationen bestehen sowohl für die Mutter, als auch für das Neugeborene. Die Inzidenz sectiobedingter mütterlicher Morbidität aufgrund von anästhesiologischen Komplikationen, Blutungen, Thromboembolien, Hysterektomien und Wochenbettinfektionen ist höher als nach Vaginalgeburten (32). Die häufigsten intraoperativen sectiobedingten Komplikationen sind Blutungen (33) gefolgt von Harnblasenverletzungen.
Es wird davon ausgegangen, dass etwa 1,3 bis 4% aller Gebärenden einen Blutverlust von insgesamt mehr als 1000 Millilitern erleiden, 0,7% verlieren mehr als 1500 Milliliter Blut (34). Ursachen für einen sectioassoziierten intraoperativen Blutverlust von über 1000 Millilitern sind eine vorzeitige Plazentalösung, Plazenta praevia, maternale Adipositas sowie niedriges und hohes fetales Geburtsgewicht (35).
Die Inzidenz von Harnblasenverletzungen bei Sectiones wird aktuell mit 0,1 bis 0,28% angegeben (36, 37). Besonders häufig treten diese auf, wenn die Sectio eilig

durchgeführt werden muss, es sich um eine sekundäre Sectio handelt oder die Frau bereits ein oder mehrfach am Uterus operiert wurde.
Eine Verletzung der Uretheren kommt bei 0,03% der Sectiones vor (38).
Hinsichtlich der Anästhesie ist die Regionalanästhesie aufgrund ihres niedrigen Risikoprofils verglichen mit einer Vollnarkose die Methode der Wahl bei der Sectio caesarea. Die Mortalitätsrate für eine Vollnarkose ist schätzungsweise 16,7-fach höher als für eine Regionalanästhesie (39). Die häufigsten Komplikationen der Regionalanästhesie sind die maternale Hypotonie (55%) und der Liquorverlust (1-2%).
Im Vergleich zur Spontangeburt ist bei Kaiserschnitten die Rate an Wundinfektionen um ein 13,4-faches erhöht.
Auch das Risiko einer Endometritis ist bei sektionierten Wöchnerinnen im Vergleich zur vaginal entbundenen Frauen höher (40). Auch wenn das Infektionsrisiko nach Sectio caesarea durch eine intraoperative Antibiotikaprophylaxe um über die Hälfte gesenkt (41) werden kann, ist die sectiobedingte Infektion eine vergleichsweise häufige und ernst zu nehmende mütterliche Komplikation.
Zu den Komplikationen für das Neugeborene gehören Schnittverletzungen, Anpassungsstörungen und beatmungspflichtige Komplikationen. Nach einer Sectio caesarea treten diese signifikant häufiger auf, als nach einem Spontanpartus.

1.4.2 Langzeit-Komplikationen

Auch wenn nur wenig über die Langzeit-Komplikationen der Sectio caesarea bekannt ist, besteht Gewissheit, dass die Meisten von ihnen auf das Narbengewebe im unteren Uterinsegment zurückzuführen sind (42).
Es ist bekannt, dass die Schnittentbindung insbesondere mit Risiken für Folgeschwangerschaften einhergeht.
Das Narbengewebe an der Uterusvorderwand erhöht das Risiko für Implantations- sowie Plazentationsstörungen, wie die Plazenta accreta, increta und percreta.
Ektope Narbenschwangerschaften dürfen trotz steigender Inzidenz in den letzten Jahrzehnten als weiterhin selten auftretende Komplikation eingeschätzt werden.
Die Uterusruptur sub partu ist eine weitere bedeutende Langzeitkomplikation und sie gehört zu den schwerwiegendsten Notfällen in der Geburtsmedizin (43). Auch wenn die Uterusruptur ebenfalls nur selten auftritt, nimmt die Inzidenz dieser lebensbedrohlichen

Komplikation als Konsequenz der steigenden Sectiorate ebenfalls zu. Ein besseres Verständnis der Pathologie der Narbendehiszenz und der Uterusruptur könnte zu ihrer Prävention maßgeblich beitragen (19). Ihr plötzliches Auftreten verbunden mit einem sehr schnellen Progress stellen eine große Herausforderung an das medizinische Personal (44). Eine Schätzung ergab, dass das Gesamtrisiko einer Ruptur bei wiederholtem Kaiserschnitt am wehenfreien Uterus bei etwa 0,3% liegt (45, 46).
Die Inzidenz einer Narbendehiszenz während eines Spontanpartus nach vorausgegangenem tiefen Uterusquerschnitt beläuft sich auf etwa 1%. Weit unter 1% liegt das Risiko der Rupturen, die mit fatalen Folgen für Mutter und das Neugeborene einhergehen (17, 47, 48).
Die Häufigkeit der Uterusruptur an der voroperierten Gebärmutter hängt laut
M. Stark wesentlich von der Schnittführung der vorausgegangenen Uterotomie ab (49). Die Rupturraten der unterschiedlichen Inzisionsformen werden in der Literatur wie folgt beschrieben: Klassische uterine Inzision (4-9%), T-förmige Inzision (4-9%), tiefe vertikale Inzision und tiefe transversale Inzsion (0,2-1,5%) (50-53).
Inwieweit die Nahttechnik zum Verschluss der Uterotomie Einfluss auf das Risiko der Uterusruptur nimmt, ist noch nicht eindeutig geklärt.

1.5 Nahttechnik zum Verschluss der Uterotomie

Obwohl die Sectio caesarea die häufigste durchgeführte abdominalchirurgische Operation darstellt, ist die Operationstechnik nicht standardisiert (9, 54, 55) und hinsichtlich der operativen Verfahren mangelt es an Evidenz. So fehlt für einige der technischen Aspekte ein Standard für eine einheitliche Durchführung. Einer dieser Aspekte ist die Nahttechnik zum Verschluss der Uterotomie. Da ein Zusammenhang zwischen der Nahtform und der Narbendicke sowie dem Auftreten einer Uterusruptur während eines Spontanpartus in Folgeschwangerschaft vermutet wird, hat die Frage nach der adäquaten Nahttechnik eine äußerst große Bedeutung (9, 56). Wie groß das Risiko für eine Uterusruptur ist, scheint durch mehrere Faktoren bestimmt zu werden. Zu diesen Faktoren gehören insbesondere die Art und Lokation der Uterusnaht, sowie die Anzahl der Nahtreihen, die zum Verschluss der Uterotomie bei einer vorausgegangenen Inzision angewendet wurde.

In den letzten Jahren sind einige randomisierte Studien zur Evaluierung der Operationstechniken bei Sectio caesarea durchgeführt worden. Insbesondere auf die Nahttechnik zum Verschluss der Uterotomie wird ein großes Augenmerk gelegt. Auf einige dieser Studien und ihre Ergebnisse wird in Punkt 1.7 genauer eingegangen.
Die Nahttechnik sowie mechanische Kräfte, die auf das Gewebe im Uterotomiebereich einwirken, sind die am stärksten auf das Outcome der Operation einwirkenden Faktoren (42).
Als Alternative zur doppelreihigen, hat sich die einreihige Nahtform als Teil der Misgav-Ladach-Methode etabliert (14, 57).
Es existieren verschiedene Formen an Nahttechniken, welche für den einreihigen Verschluss der Uterotomie in den bisher durchgeführten Studien zum Einsatz kamen. Dazu gehören die fortlaufende durchschlungene (58), sowie die fortlaufende nicht durchschlungene Naht (59), die Einzelknopfnähte (60), die achtförmige Naht (61) und weitere besondere Nahtformen (62). Als Nahtmaterial wurde in der Regel Plain oder Chromic Catgut (63) und verzögert resorbierbares synthetisches Nahtmaterial wie Vicryl (Polyglactin) verwendet (59, 60).

1.6 Sonographische Untersuchung der Sectionarbe

Zur Beurteilung der Uterusnarbe nach Sectio caesarea wird die Sonographie und insbesondere die transvaginale Sonographie als Bildgebung genutzt (64, 65). Auch wenn ihre Evidenz noch limitiert und eine validierte und standardisierte Messmethodik fehlt, wird sie vor allem für die Geburtsplanung bei Frauen, die nach vorausgegangenem Kaiserschnitt einen Spontanpartus anstreben, zur Risikoabschätzung einer Uterusruptur unter Geburt, herangezogen.
Als Marker für den Heilungserfolg des Uterusgewebes nach Sectio caesarea dient die sonographisch gemessene Narbendicke. Es wird davon ausgegangen, dass eine sehr dünne Narbe auf eine schlechte Heilung und Instabilität des Narbengewebes und indirekt auf ein erhöhtes Uterusrupturrisiko hinweist. Im Vergleich dazu spricht ein dickes unteres Uterinsegment für eine gute Heilung und Stabilität des Narbengewebes und das Uterusrupturrisiko wird folgemäßig als gering eingeschätzt.
In mehreren Studien wurde dieser Zusammenhang untersucht und bestätigt (66, 67). Die vaginalsonographische Untersuchung der Uterusnarbe fand in den Arbeiten zu

unterschiedlichen Zeitpunkten, wenige Wochen bis Monate postsectionem (65) oder im zweiten (68) bzw. dritten Triminon (69) der Folgeschwangerschaft statt.
In der 1996 publizierten prospektiven Beobachtungstudie von Rozenberg und Kollegen (29) trug die sonographische Beurteilung der Uterusnarbe zur Einschätzung einer möglichen erfolgreichen vaginalen Geburt nach vorausgegangener Sectio caesarea bei. Einbezogen wurden Schwangere zwischen der 36. und 38. Schwangerschaftswoche. Gemäß der Wanddicke des unteren Uterinsegmentes erfolgte die Einteilung der 642 Teilnehmerinnen in vier Gruppen. Den Geburtsmedizinern wurden die Ultraschallergebnisse nicht mitgeteilt und die Geburtsplanung fand somit unbeeinflusst von diesen statt. Die Gesamthäufigkeit von Narbendefekten lag bei 4%, davon waren 10 Dehiszenzen und 15 Rupturen. Die Defektrate stieg mit abnehmender Dicke des unteren Uterinsegmentes. Aus diesem Ergebnis wurde geschlussfolgert, dass das Risiko eines Narbendefektes mit Ausmaß der Ausdünnung des unteren Uterinsegmentes nach der 37. Schwangerschaftswoche korreliert.
Auch in der Arbeit von Asakura und Mitarb. (66) konnte gezeigt werden, dass die Rate an Uterusdehiszenzen mit zunehmender Narbendicke abnimmt.
Cheung und Mitarb. (70) bestätigten 2004 in ihrer prospektiven Studie die Qualität der Sonographie zur Beurteilung und Bestimmung der Wanddicke im unteren Uterinsegment. Ihre Ultraschallergebnisse von Schwangeren nach vorausgegangener Sectio caesarea korrelierten mit den Befunden, die sich intraoperativ bei den Re-Sectiones zeigten.
Neben dem Ultraschall wurde durch Hebisch und Mitarb. (71) die Magnetresonanztomographie (MRT) zur Messung der Dicke des unteren Uterinsegmentes vor geplanter Geburtseinleinleitung im Status nach Sectio caesarea eingesetzt. Beim Vergleich der beiden Bildgebungen kamen sie zu dem Ergebnis, dass die transvaginale Sonographie exaktere Ergebnisse über den Zustand des narbig veränderten Myometriums liefert als die MRT. Durch den Ultraschall lässt sich das Myometrium im Isthmusbereich genauer von der Harnblasenwand differenzieren und ermöglicht dadurch eine exaktere Messung der Narbendicke. Auch bei Hebisch und Mitarb. korrelierten die sonographischen Messergebnisse sehr gut mit den intraoperativen Befunden.
Basierend auf diesen Studienergebnissen entschieden wir uns zur Durchführung der Follow-up Untersuchungen der vorliegenden Arbeit für die transvaginale Sonographie.

1.7 Ergebnisse bisheriger Studien

Einige Studien vergleichen unterschiedliche Einfachnähte oder die Einfach- vs. Doppelnaht zum Verschluss der Uterotomie nach Sectio caesarea in Hinsicht auf Langzeitrisiken. In den Arbeiten wird insbesondere das Risiko der Narbendehiszenz oder Uterusruptur in Folgeschwangerschaften untersucht. Basierend auf deren Ergebnisse wird die Einfachnaht von einigen Autoren als eine der bedeutendsten Risikofaktoren für die Uterusruptur beschrieben (4, 10). Von anderen Arbeitsgruppen wird ein Zusammenhang zwischen der Nahttechnik zum Verschluss der Uterotomie und dem Auftreten einer Ruptur wiederum verneint (11, 72).
Angesichts der Tatsache, dass die Inzidenz der Uterusruptur nach Sectio mit weniger als 1% gering ist, können prospektiv randomisierte Studien zu diesem Thema nur schwer durchgeführt werden (73) und die meisten der Arbeiten sind retrospektiven Charakters.
Die wenigen vorhandenen prospektiven Arbeiten sehen somit nicht die selten auftretende Uterusruptur als Studienendpunkt (74, 75), sondern untersuchen den Einfluss, den die Nahttechnik auf die Heilung der Uterotomie nimmt, indem sie die Narbendicke sonographisch messen (24, 69, 76). Diese Messung spielt wie bereits erwähnt eine große Rolle bei der Geburtsplanung von Schwangeren, die per Sectio caesarea entbunden wurden. Aus diesem Grunde wird die Narbe in vielen Studien während der Folgeschwangerschaft und nicht postoperativ am nicht schwangeren Uterus beurteilt.

1.7.1 Einfach- vs. Doppelnaht in Bezug auf Narbendefekte und das Uterusrupturrisiko

Bereits 1993 führten Tucker und Mitarbeiter (72) eine retrospektive Studie zum Vergleich der Einfach- vs. Doppelnaht nach Sectio caesarea durch. Sie stellten fest, dass das Outcome der VBAC nicht signifikant durch die Nahttechnik beeinflusst wird. Bei den insgesamt 292 Studienteilnehmerinnen, deren Uterotomie nach Sectio caesarea durch eine einreihige oder doppelreihige Naht verschlossen wurde, zeigte sich kein signifikanter Unterschied hinsichtlich der Inzidenz an Narbendefekten zum Zeitpunkt des Spontanpartus. Zu dem gleichen Ergebnis kamen Chapman und

Kollegen (11) in ihrer randomisierten Kontrollstudie einige Jahre später. Auch sie konnten zeigen, dass die Nahttechnik (Einfach- vs. Doppelnaht) bei Sectio caesarea weder einen signifikanten Einfluss auf den Verlauf der Folgeschwangerschaft noch auf das maternale oder neonatale Outcome beim VBAC nimmt.

Im Widerspruch zu der Erkenntnis von Tucker und Chapman stehen die Studienergebnisse von Bujold und seiner Arbeitsgruppe (10). In ihrer retrospektiven Kohortenstudie stellten sie 2002 fest, dass die Einfachnaht im Vergleich zur Doppelnaht während VBAC mit einem 4-6 fach höheren Uterusrupturrisiko einhergeht. Unterstützen konnten sie dieses Ergebnis 2011 durch eine große Multicenter Fall-Kontrollstudie. In dieser Arbeit zeigte sich bei den Frauen mit einreihiger Uterotomienaht ein zweifach höheres Narbenrupturisiko sub partu (43).

Zur gleichen Zeit führten Roberge und Mitarb. (9) eine Metaanalyse zu dem Thema durch. Die Arbeitsgruppe nutzte für ihre empirische Untersuchung die Daten von neun Studien und insgesamt 5810 Frauen, die nach vorausgegangener Sectio vaginal entbunden wurden. Aus den Daten ging hervor, mit welcher Nahttechnik bei den Patientinnen die Uterotomie nach Sectio caesarea verschlossen wurde. Bei der Risikoberechnung für eine Narbendehiszenz oder- ruptur kamen sie zu dem Ergebnis, dass nur die fortlaufende durchschlungene einreihige im Vergleich zur Doppelnaht mit einem größeren Risiko für Narbendefekte einhergeht (OR 4.96; 95% CI 2.58-9.52, $p<0.001$). Das Risiko nach fortlaufender nicht durchschlungener einreihiger Naht zeigte sich dagegen vergleichbar mit dem nach Doppelnaht (OR 0.49; 95% CI 0.21-1.16).

Hudic und Mitarb. (77) analysierten ein Jahr nach Roberge in einer retrospektiven Kohortenstudie die Inzidenzrate an Uterusnarbendefekten (Dehiszenzen und Narbenrupturen) bei Schwangeren ab der 24. Schwangerschaftswoche, die in ihrer vorherigen Schwangerschaft per Sectio caesarea entbunden wurden. Im Gegensatz zu Roberge und Mitarb. erwies sich bei ihnen die Rate an Narbendefekten beim Vergleich zwischen der fortlaufenden einreihigen und der fortlaufenden durchschlungenen einreihigen Uterotomienaht als gleich groß.

In einer prospektiven randomisierten longitudinalen Studie von Ceci und Mitarb. (78) wurde ein Vergleich zwischen zwei unterschiedlichen Einfachnähten hinsichtlich dem Auftreten eines Narbendefektes an der vorderen Uteruswand durchgeführt. Bei jeweils 30 Erstgebärenden wurde die Uterotomie durch Einzelknopfnähte oder durch eine fortlaufende durchschlungene einreihige Naht verschlossen. Sechs, zwölf und vierundzwanzig Monate postpartum wurde die Narbe per transvaginalem Ultraschall

und per Hysteroskopie untersucht. Sie kamen zu dem Ergebnis, dass in der Gruppe mit fortlaufender durchschlungener Naht die Narbendefekte 24 Monate postsectionem größer waren (p=0,03) als in der Gruppe mit Einzelknopfnähten. Ceci und Mitarb. gehen davon aus, dass die fortlaufende durchschlungene Naht einen stärkeren ischämischen Effekt auf das Gewebe ausübt als die Einzelknopfnähte. Die Narbendefekte resultieren somit aus der durch Minderdurchblutung bedingten Wundheilungsstörung. Auch Cruikshank und Mitarb. schlussfolgern aus ihren Studienergebnissen einen Zusammenhang zwischen der Narbentechnik und dem Auftreten von Gewebsdefekten (79).

1.7.2 Einfach- vs. Doppelnaht in Bezug auf die Narbendicke

Wie bereits oben erwähnt stellt in einigen longitudinalen prospektiven sowie auch retrospektiven Arbeiten nicht der Narbendefekt oder die Uterusruptur sondern die sonographisch gemessene Narbendicke den Endpunkt der Studie dar.
So auch in der prospektiven randomisierten Studie von Hamar und Mitarb. (24), in der 2007 per transvaginalem Ultraschall die Einzel- mit der Doppelnaht verglichen wurde. Bei den insgesamt dreißig Studienteilnehmerinnen wurde praepartal sowie postpartal (nach 48 Stunden und nach zwei sowie sechs Wochen) die Narbendicke gemessen. Bei keiner der Untersuchungen zeigte sich zwischen den beiden Nahtgruppen ein signifikanter Unterschied.
Glavind und ihre Kollegen (73) führten zwischen 2009 und 2011 eine retrospektive Kohortenstudie zum Vergleich der fortlaufenden durchschlungenen einreihigen und der doppelreihigen Uterusnaht nach Sectio caesarea durch. An der Studie nahmen Frauen mit Einlingsgravidität teil, die zum ersten Mal per elektiver Sectio entbunden wurden. Bei 68 von insgesamt 149 Studienteilnehmerinnen wurde die Uterotomie per fortlaufender durchschlungener einreihiger Naht verschlossen und 81 Patientinnen erhielten eine doppelreihige Naht. Beim Follow-up sechs bis fünfzehn Monate postsectionem wurden die Studienteilnehmerinnen per transvaginalem Ultraschall untersucht. Sie kamen zu dem Ergebnis, dass der Medianwert des verbliebenen Myometriums im Bereich der Sectionarbe nach Einfachnaht 4,6 mm betrug und damit signifikant dünner war als nach doppelter Naht, bei der man auf einen Medianwert von 5,8 mm kam (p=0,04).

Auch Yasmin et al. (64) stellten die Hypothese auf, dass durch die verschiedenen Nahttechniken zum Verschluss der Uterotomie unterschiedlich dicke Narben (postpartal sonographisch gemessen) resultieren. Die randomisierte Kontrollstudie mit Doppelverblindung wurde zwischen 2005 und 2010 durchgeführt. 90 Patientinnen, die zum wiederholten Mal eine Sectio caesarea bekamen, wurden für eine von drei Nahtgruppen randomisiert (Gruppe A: fortlaufende durchschlungene einreihige Naht; Gruppe B: doppelreihige (1. fortlaufende durchschlungene Naht und 2. fortlaufende nicht durchschlungene Naht); Gruppe C: modifizierte doppelreihige Naht (1.horizontale Matratzennaht und 2.fortlaufende nicht durchschlungene Naht)).
Eine Ultraschalluntersuchung zur Evaluation der Narbendicke erfolgte sechs Wochen postsectionem. Ihre Hypothese konnte bestätigt werden. Beim ersten Follow-up sechs Wochen postsectionem war die mittlere Narbendicke in der Gruppe C (17,08+1,635 mm) signifikant ($p<0,001$) dicker als in den anderen beiden Gruppen, Gruppe A (13,19+1,32 mm) und Gruppe B (14,58+1,18mm).

Aus den Ergebnissen der oben aufgeführten Studien wird deutlich, dass weiterhin große Unklarheit bezüglich der sichersten Nahttechnik zum Verschluss der Uterotomie besteht. Viele der Arbeitsgruppen ziehen aus ihrer Studie das Fazit, dass weitere Studien notwendig sind, um den Zusammenhang zwischen der Nahttechnik und dem Heilungsprozess vertiefend zu untersuchen, um Konsequenzen für die Geburtshilfe aus den Ergebnissen ziehen zu können (42).

1.8 Ziel der Arbeit

Anliegen der vorliegenden Arbeit ist der longitudinale Vergleich zwischen drei verschiedenen Nahttechniken zum Verschluss der Uterotomie bei Sectio caesarea. Die geringe Anzahl und die widersprüchlichen Ergebnisse der bisher zum Thema Uterusverschluss bei Sectio caesarea vorliegenden Studien, nehmen wir zum Anlass eine prospektive randomisierte Kontrollstudie in der Klinik für Geburtsmedizin der Charité durchzuführen. Bei dieser Studie wird zum ersten Mal nicht nur zwischen der Doppel- und Einfachnaht unterschieden, sondern es wird darüber hinaus ein Vergleich zwischen zwei unterschiedlichen fortlaufenden Einfachnähten erfolgen (durschlungene vs. nicht durchschlungene fortlaufende Einfachnaht).

Bisherige Studien (24) konnten zeigen, dass die Narbenheilung sechs Wochen postsectionem noch nicht abgeschlossen und eine endgültige Aussage über die Narbendicke erst vermutlich sechs Monate nach der Operation möglich ist. Basierend auf dieser Tatsache führen wir unsere Follow-up Untersuchungen 6 Wochen sowie 6-24 Monate postoperativ durch.

Vaginalsonographisch wird bei beiden Untersuchungen das Myometrium im Bereich der Uterusnarbe gemessen. Unsere Arbeitshypothese lautet “Die Uterusnahttechnik bei Sektio caesarea hat Einfluss auf die Narbendicke.“ Ziel ist es diesen Einfluss zu beweisen. Eine Aussage über die unterschiedliche Qualität der Wundheilung, die Stabilität des Narbengewebes und dem damit einhergehenden Risiko für eine Narbendehiszenz oder –ruptur in einer Folgeschwangerschaft soll und kann mit dieser Studie nicht gemacht werden.

2. Patientinnen und Methode

2.1 Studiendesign

Die Durchführung der prospektiven randomisierten Kontrollstudie erfolgte in der Klinik für Geburtsmedizin der Charité in Berlin, Campus Virchow-Klinikum und Campus Mitte. Zuvor war das Studienprotokoll durch die lokale Ethik-Kommission (EA1/149/11) geprüft worden. Im Zeitraum zwischen Januar 2012 und März 2013 wurden an beiden Standorten der Charité, einem Perinatalzentrum Level 1, 452 Frauen in den Kreißsälen, auf den Präpartalstationen, sowie in den ambulanten Sprechstunden zur Studienteilnahme eingeladen. Sowohl Frauen, bei denen der Kaiserschnitt geplant war (elektive Sectio) als auch bei denen die Indikation zur Schnittentbindung im Geburtsverlauf gestellt wurde (sekundäre Sectio) konnten berücksichtigt werden. Ausgeschlossen hingegen wurden diejenigen Patientinnen, bei denen die Sectio notfallmäßig erfolgen musste. Von initial 452 eingeschlossenen Patientinnen konnten die Ergebnisse von 435 Frauen für die Studie ausgewertet werden. Die Indikation zur Sectio erfolgte studienunabhängig.
Bei Zustimmung der Teilnahme war eine schriftliche Einverständniserklärung erforderlich. Anschließend wurden die Patientinnen per Zufall durch Ziehen eines verschlossenen Briefumschlages einer der drei Nahtgruppen zugeordnet. Zwischen folgenden drei Nahttechniken wurde in der Studie unterschieden:

1. Einfach fortlaufende Naht
2. Einfach fortlaufende durchschlungene Naht
3. Zweischichtige Naht (erste Schicht einfach fortlaufend und die zweite Schicht versenkend)

Im Falle eines geplanten Kaiserschnittes wurde die vorgesehene Nahttechnik in der Patientenakte dokumentiert. Beim sekundären Kaiserschnitt erfolgte die Randomisierung unmittelbar vor dem Eingriff. Die Nahttechnik wurde dem Operateur verbal mitgeteilt und zusätzlich in der Akte vermerkt.
Die Durchführung des Kaiserschnittes war bis auf die Nahttechnik zum Verschluss der Uterotomie in allen drei Gruppen identisch.

6 Wochen sowie 6 bis 24 Monate postpartal wurden die Patientinnen zum Follow-up eingeladen, bei dem durch eine transvaginale Ultraschalluntersuchung das untere Uterinsegment dargestellt und die Dicke des Myometriums im Bereich der Sectionarbe gemessen wurde. Die letzte Follow-up Untersuchung erfolgte im März 2014.

2.2 Patientinnen

2.2.1 Einschlusskriterien

In die Studie aufgenommen wurden Schwangere jeden Alters, bei denen die Sectio primär oder im Geburtsverlauf sekundär indiziert wurde. Primi- und Multiparae, Einlings- und Mehrlingsschwangerschaften, sowie Patientinnen, die zum ersten oder wiederholten Mal eine Sectio bekamen, konnten rekrutiert werden.
Präpartal diagnostizierte fetale Fehlbildungen oder Komplikationen stellten keine Ausschlusskriterien dar und auch Patientinnen mit Vorerkrankungen oder in der Schwangerschaft aufgetretene Morbiditäten wie Gestationsdiabetes oder -hypertonie wurden berücksichtigt.

2.2.2 Ausschlusskriterien

Ausgeschlossen wurden nur die Frauen, die eine Teilnahme von vornherein oder im Verlauf ablehnten. Außerdem war es denjenigen Frauen verwehrt, bei denen eine Notsectio erforderlich wurde.
Auch Patientinnen, bei denen keine der drei Nahttechniken angewendet werden konnte (meist durch intraoperative Komplikationen) oder bei denen die transvaginale Darstellung und Messung der Narbe nicht möglich war, konnten nicht berücksichtigt werden.

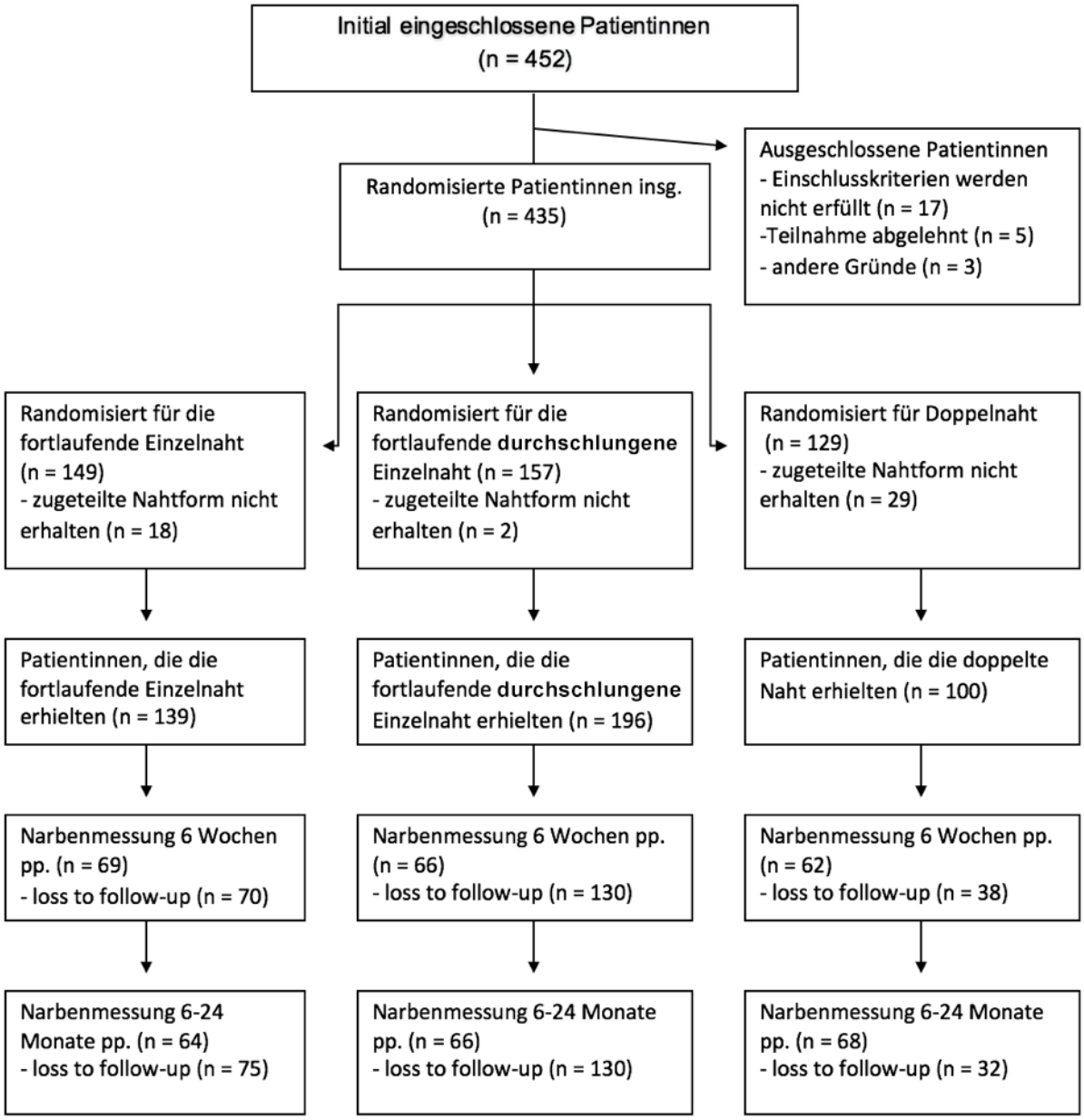


Abb. 1: Flow-Chart der Rekrutierung; Fallzahlen und loss to follow-up beim ersten und zweiten Follow-up

2.3 Methode und Material

2.3.1 Durchführung der Sectio caesarea

Alle Sectiones wurden in der Klinik für Geburtsmedizin der Charité zwischen Januar 2012 und März 2013 durchgeführt. Bis auf die Uterusnaht war das Vorgehen bei der Operation in allen drei Gruppen identisch. Der Großteil der Sectiones wurden in kombinierter Spinal- und Epiduralanästhesie (CSE) bzw. in Periduralanästhesie (PDA) durchgeführt. In nur wenigen Fällen war die Durchführung der Sectio caesarea in Vollnarkose (Intubationsnarkose) erforderlich. Eine perioperative Antibiotikaprophylaxe mit Cefuroxim 1,5 g wurde intravenös appliziert und ein transurethraler Blasenkatheter gelegt.

Die Durchführung der Sectiones erfolgte nach der modifizierten Misgav-Ladach-Technik, wie sie üblicherweise in der Geburtsklinik der Charité angewendet wird.

Die Hautinzision erfolgte etwa zwei Zentimeter über der Symphyse durch Pfannenstielquerschnitt. Subcutis, Faszie, die Muskelschicht und das Peritoneum wurden teils scharf, doch überwiegend stumpf eröffnet und aufgedehnt. Die Sichelförmige Uterotomie erfolgte zunächst scharf und wurde anschließend digital nach lateral erweitert. Nach Entwicklung des Kindes wurden 10 IE Oxytocin intravenös appliziert.

Zum Verschluss der Uterotomie wurde lateral des Wundwinkels eine Ecknaht gesetzt. Nach Anbringen einer zweiten Ecknaht auf der gegenüberliegenden Seite wurde die durch die Randomisierung festgelegte Naht genäht. Weitere Erläuterungen zu den Nachttechniken folgen unter Punkt 2.3.1.1.

Als Nahtmaterial verwendeten die Operateure resorbierbaren Faden aus geflochtenem Synthetik (Vicryl 1-0, Ethicon, Sommerville NJ, USA).

Im Falle von Blutungen an der Uteruswand wurden diese durch Z-förmige Umstechungen und/oder durch Elektrokoagulation gestillt. Die Adnexen wurden inspiziert und im Fall einer gewünschten Tubensterilisation wurde diese durchgeführt.

Das Peritoneum parietale blieb unverschlossen. Der Verschluss der Muskelfaszie erfolgte einreihig fortlaufend und die der Haut intrakutan mit nicht resorbierbarem Nahtmaterial.

2.3.1.1 Nahttechnik zum Verschluss der Uterotomie

Zwischen drei verschiedenen Nahttechniken wurde unterschieden:

1. Einfach fortlaufende durchschlungene Naht
2. Einfach fortlaufende Naht
3. Doppelnaht

Durch die erste fortlaufende Nahtreihe wurde die Uterotomie verschlossen, in dem die komplette Schicht des Myometriums und tangential das Endometrium von der Naht erfasst wurde.
Bei der doppelreihigen Naht wurde zunächst eine fortlaufende Naht genäht. Die erste Schicht wurde dann durch eine zweite fortlaufende Reihe mäanderförmiger versenkender Nähte vollständig bedeckt.

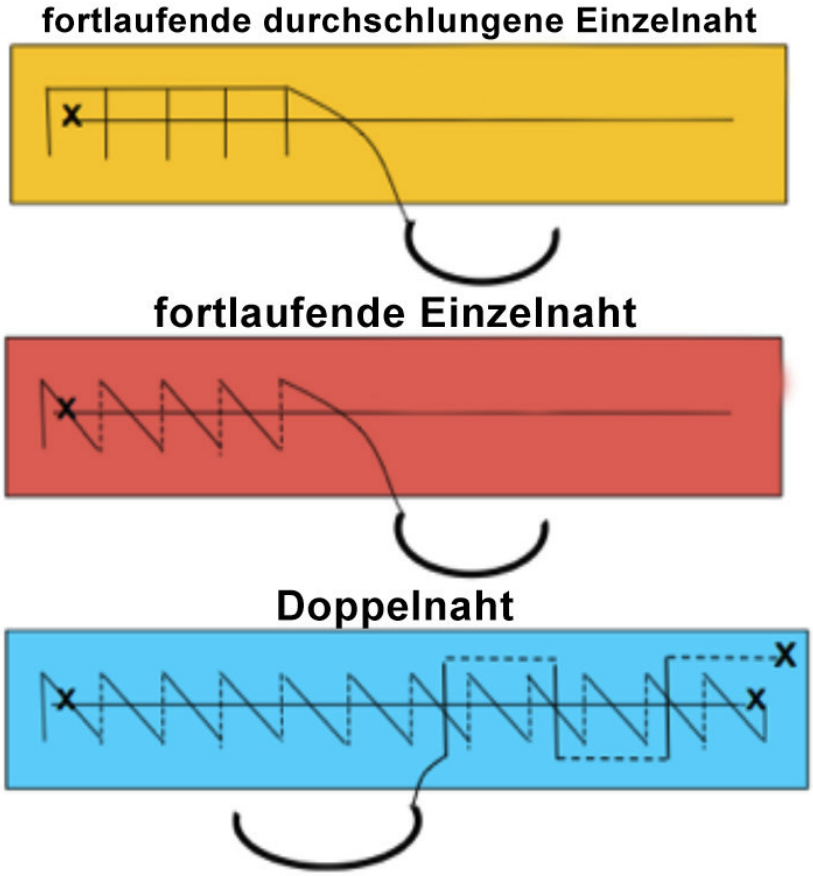


Abb. 2: Skizzen der drei verschiedenen Nahttechniken

Technik der Doppelnaht

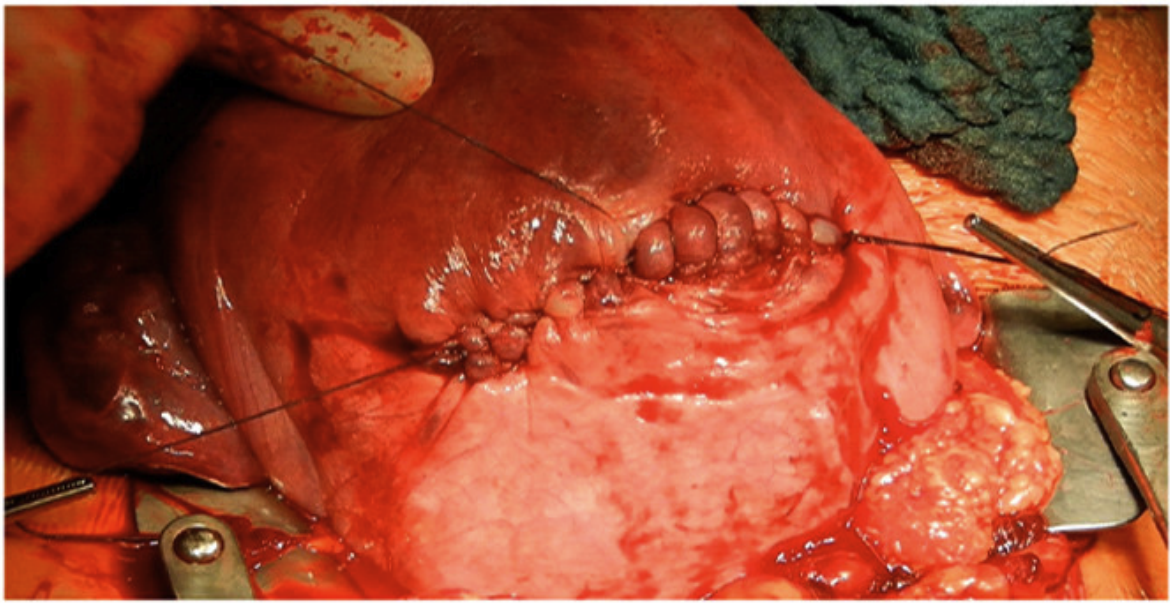


Abb. 3: Foto der Doppelnaht intraoperativ. Die erste Schicht wurde bereits einfach fortlaufend verschlossen. Von links wird eine zweite Nahtreihe fortlaufend mäanderförmig über die erste Schicht genäht. Dadurch wird die erste Schicht vollständig bedeckt.

2.3.2 Postpartale Datenerhebung

Für die postpartale Datenerhebung der Studienteilnehmerinnen wurden die Krankenakten, elektronisch gespeicherte Daten und das Operationsprotokoll herangezogen. Folgende Angaben wurden von dem Autor in die Datenbank aufgenommen:

- Mütterliche Daten: Name, Geburtsdatum, Nationalität, Gravidität, Parität, Körpergröße, Körpergewicht vor und am Ende der Schwangerschaft,
  BMI, Rauchgewohnheiten während der Schwangerschaft gemessen in Zigaretten pro Tag, allgemeine Vorerkrankungen und –operationen

- Schwangerschaftsverlauf: Einlings- vs. Mehrlingsschwangerschaft, Gestationsdiabetes ja/nein, Gestationshypertonie ja/nein, andere Schwangerschaftsrisiken ja/nein

- Terminbestimmung: erster Tag der letzten Menstruation, berechneter (nach dem ersten Tag der letzten Periode) und korrigierter Entbindungstermin (sonographisch; SSL im ersten Trimesterscreening)

- Geburtsdaten: Datum der Sectio, Gestationsalter bei der Geburt in vollendeten Schwangerschaftswochen bzw. –tagen, primäre vs. sekundäre Sectio, Sectioindikation, erste Sectio vs. Re-Sectio, Sterilisatio ja/nein

- Angaben zum Neugeborenen: Geschlecht, Geburtsgewicht, Länge, Kopfumfang, postpartaler pH-Wert der Nabelarterie und Nabelvene, APGAR-Werte, Plazentagewicht

- Wochenbett: systolischer und diastolischer Blutdruck, Puls, Körpertemperatur, Hämoglobin am 1.Tag postpartum, Transfusion ja/nein, Infektionen (Endometritis)

Dem für die Studie angefertigten Operationsprotokoll, das durch den Operateur nach dem Eingriff ausgefüllt wurde, konnten folgende Angaben entnommen werden:

- Ort der Operation: Campus Virchow-Klinikum vs. Campus Klinikum Mitte
- Randomisierte Nahtform
- Durchgeführte Nahttechnik
- Anzahl zusätzlicher Umstechungen zur Blutstillung am Uterus
- Primäre vs. Sekundäre Sectio
- Erste Sectio vs. Re-Sectio
- Geschätzter Blutverlust insgesamt
- Operationsdauer
- Muttermundseröffnung zum Zeitpunkt der Sectio
- Name des Operateurs, Name des Operateurassistenten
- Komplikationen/Besonderheiten während der Operation

2.3.3 Transvaginale Sonographie Follow-up 6 Wochen und 6-24 Monate post sectionem

6 Wochen und 6-24 Monate post sectionem wurden die Studienteilnehmerinnen schriftlich und/oder telefonisch eingeladen, sich zur Narbenmessung in der Schwangerenberatung der Charité, Campus Virchow-Klinikum vorzustellen.
Die Ultraschalluntersuchungen erfolgten zwischen März 2012 und März 2014.
Die Patientinnen wurden in der Einladung zum Follow-up gebeten, dem Untersucher die bei ihnen angewandte Nahttechnik nicht mitzuteilen, um die einfache Verblindung sicher zu stellen.
Die Ultraschalluntersuchung erfolgte zu keinem bestimmten Tag im Menstruationszyklus. Keine der Studienteilnehmerinnen waren zum Zeitpunkt der Untersuchungen schwanger.
Etwa 90% aller transvaginalen Sonographien wurden durch einen Untersucher mit über zehnjähriger Ultraschallerfahrung (DEGUM II) durchgeführt. Mittels eines Voluson E8 Ultraschallgerätes der Marke GE Healthcare (Milwaukee, WI, USA) und einer 5-9 MHz Schallkopfsonde wurde die transvaginale Ultraschalluntersuchung durchgeführt:

Vor Beginn der Untersuchung wurden die Patientinnen gebeten, ihre Harnblase zu leeren. In Rückenlage und mit einem durch ein Keilkissen leicht erhöhtem und gekipptem Becken wurde die transvaginale Ultraschalluntersuchung durchgeführt.
Der Uterus wurde im Mediansagitalschnitt in seiner kompletten Länge vom Fundus uteri bis zum Zervikalkanal dargestellt. Im Standbild wurde zunächst die Lage des Uteruses, Anteflexion vs. Retroflexion, bestimmt und dokumentiert. Anschließend wurde das Bild herangezoomt, um das untere Drittel der Uterusvorderwand mit Übergang zur Cervix uteri vergrößert darzustellen.
Die Sectionarbe wurde in diesem Bereich als Diskontinuität in der Architektur der Uteruswand (24) als hypoechogene Linie identifiziert (65). Senkrecht zum Endometrium und im Bereich des kürzesten Abstandes zwischen Serosa und der Abgrenzung zum Endometrium wurde die Narbendicke gemessen (Abb. 6 und 7) (80).
Sowohl beim Follow-up 6 Wochen als auch beim Follow-up 6-24 Monate post sectionem wurde die Narbe drei Mal an drei verschiedenen Standbildern gemessen. Ein jeweiliger Mittelwert wurde aus den drei Messergebnissen berechnet und in der Datenbank dokumentiert.
Bei den Patientinnen, bei denen zum wiederholten Male eine Sektio durchgeführt worden war (Re-Sectiones), wurde die dem Fundus am nächsten gelegene Narbe gemessen (81).
Die Bilder der Ultraschalluntersuchungen wurden elektronisch gespeichert.
Die Teilnahme am ersten Follow-up stellte keine Voraussetzung für die zweite Ultraschalluntersuchung dar.

2.3.4 Statistische Auswertung

Vor Beginn der Studie wurde die optimale Probandenzahl mittels Powerkalkulation berechnet. Basierend auf bisherigen Studiendaten (73), um einen Narbendickenunterschied von 10% zwischen den drei Nahtgruppen mit einer Power von 80% und einem Wert für das Signifikanzniveau α von 0,05 zu ermitteln, gingen wir von 137 Teilnehmerinnen in jeder Studiengruppe aus.

Anhand des Kolmogorov-SmirnovTests wurde die Normalverteilung der Messwerte überprüft. Normalverteilte Daten wurden als absolute Zahlen, Anteil in % oder als Mittelwert +/- Standardabweichung angegeben. Angewendet wurde das Verfahren der Intention-to-treat- und der As-treated-Analyse.

Mit der einfaktoriellen Varianzanalyse -ANOVA- wurden die drei Nahtgruppen miteinander verglichen. Zeigte sich das Signifikanzniveau α <0,05 wurde die signifikante Differenz mit dem post-hoc Test nach Bonferroni ermittelt (dargestellt als Mittelwert und Interquartilabstand) und die bei multiplen Vergleichen erforderliche Fehlerkorrektur vorgenommen. Mit dem t-Test wurden die Ergebnisse aller Einfachnähte mit denen der Gruppe mit Doppelnaht verglichen.

Ein Vergleich der kategorialen Variablen erfolgte je nach Anwendbarkeit mit dem $|\chi^2$–test oder dem Fisher`s exact test. Ein Signifikanzniveau von α=0,05 galt für alle zweiseitigen Tests.

Die statistische Analyse der Daten erfolgte mithilfe der IBM SPSS Statistic Version 22 (IBM Corporation, USA). Eine Posthoc two-sample t-test Powerkalkulation wurde mit PASS 11 (NCSS, LLC Kaysville, Utah USA) durchgeführt.

3. Ergebnisse

3.1 Charakteristika des Patientinnenkollektivs

3.1.1 Allgemeine Charakteristika der Patientinnen

Insgesamt wurden 435 Patientinnen nach dem Zufallsprinzip einer der drei Studiengruppen zugeteilt. Die folgende Tabelle zeigt die allgemeinen Charakteristika der Studienteilnehmerinnen, welche in allen drei Gruppen nicht signifikant unterschiedlich waren. 39,1% der Frauen waren bei der Rekrutierung Nulliparea und das durchschnittliche Alter der Patientinnen betrug bei der Entbindung 31,4 Jahre. Die Frauen, die eine Doppelnaht erhielten, waren mit durchschnittlich 30,3 Jahren etwas jünger als die Patientinnen aus der Gruppen mit fortlaufender einreihiger Naht (Durchschnittsalter 31,8 Jahre) und der mit fortlaufender durchschlungener einreihiger Naht (Durchschnittsalter 31,9 Jahre).

Alle Patientinnen wurden zwischen der 24. und 41. Schwangerschaftswoche entbunden. Das mittlere Gestationsalter am Tag der Sectio betrug 37+4 Schwangerschaftswochen und 19-24% der Geburten waren Frühgeburten.

Der durchschnittliche BMI der Patientinnen lag bei 25,4 kg/m^2,

6,2% der Patientinnen gaben einen Nikotinkonsum während der Schwangerschaft an.

Randomisierte Uterusnahttechnik

	Fortlaufende einreihige Naht (n=149)	Fortlaufende durchschlungene einreihige Naht (n=157)	Doppelreihige Naht (n=129)	p-value
Alter+/- STD in Jahren	31,8 +/- 5,6	31,9 +/- 5,7	30,3 +/- 6,5	0,053
Nulliparität, n (%)	63 (42%)	59 (37%)	48 (37%)	0,53
Body-Mass-Index, kg/m^2	26,1 +/- 5,7	24,5 +/- 4,9	25,6 +/-6,2	0,09
Gestationsalter am Tag der Sectio +/- STD	37,8 +/- 2,2	37,6 +/- 2,4	37,3 +/- 2,3	0,73
Frühgeburten, n (%)	28 (19%)	38 (24%)	25 (19%)	0,13

Tab.1: Allgemeine Charakteristika der Patientinnen; Angaben als Mittelwert +/- STD, bzw. n in %

3.1.2 Gravidität und Parität

Die Zusammensetzung der drei Studiengruppen hinsichtlich der Gravidität und Parität unterscheidet sich nicht signifikant. Zu Beginn der Studie waren 59,5% der insgesamt 435 Frauen Erst-und Zweitgravidae, 39,1% von ihnen Nulliparae.

3.1.3 Einlings-, Zwillings- und Drillingsschwangerschaften

Nicht nur Einlings-, sondern auch Mehrlingsgraviditäten konnten an der Studie teilnehmen. Erwartungsgemäß handelt es sich beim größten Teil der Patientinnen, 89%, um Einlingsgraviditäten. Bei 10% lag eine Gemini- und bei 1% eine Drillingsgravidität vor. Ihr jeweiliger Anteil war in den drei Studiengruppen ohne signifikanten Unterschied (p=0,93).

3.1.4 Elektive und sekundäre Sectio

Sowohl elektive als auch sekundäre Sectiones konnten bei der Auswertung berücksichtigt werden. Insgesamt waren 330 von 435 Kaiserschnitten (75,9%) elektive Sectiones. Die Zusammensetzung von elektiven und sekundären Sektiones zeigte zwischen den drei Studiengruppen keinen signifikanten Trend (p=0,06). In der Gruppe mit fortlaufender einreihiger Naht bekamen 117 (78%) eine elektive Sectio, in der mit fortlaufender durchschlungener einreihigen Naht 110 (69%) und in der Gruppe mit doppelreihiger Naht 103 (79%).

3.1.5 Erste Sectio und Re-Sectio

Unser Untersuchungskollektiv bestand sowohl aus Frauen, die zum ersten Mal einen Kaiserschnitt bekamen (58,9 %), als auch aus Frauen mit bereits einem oder mehreren Sectiones in der Anamnese (41,1%). Hinsichtlich dieser Merkmalszusammensetzung zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen den drei Studiengruppen (p=0,76).

In der Gruppe mit fortlaufender einreihiger Naht bekamen 55 (37%) zum ersten Mal einen Kaiserschnitt, in der mit fortlaufender durchschlungener einreihiger Naht 66 (42%) und in der Gruppe mit doppelreihiger Naht 57 (44%).

3.2 Charakteristika der Neugeborenen

Zwischen den drei Studiengruppen zeigte sich kein signifikanter Unterschied hinsichtlich der allgemeinen Merkmale der Neugeborenen (Geschlecht, Geburtsgewicht, Länge, Kopfumfang, postpartaler pH-Wert der Nabelarterie und Nabelvene, APGAR-Werte, Plazentagewicht).
Das durchschnittliche Geburtsgewicht der Neugeborenen betrug 3079 g.

Randomesierte Uterusnahttechnik

	Fortlaufende einreihige Naht (n=149)	Fortlaufende durchschlungene einreihige Naht (n=157)	Doppelreihige Naht (n=129)	p-value
Geburtsgewicht +/- STD in g	3145 +/-746	3003+/- 718	3088 +/-668	0,21

Tab. 2: Geburtsgewicht der Neugeborenen; Angaben als Mittelwert +/- STD

3.3 Angaben zur Operation

Die folgende Tabelle fasst die operativen Charakteristika zusammen. Die Angaben wurden den Operationsprotokollen entnommen.

	Randomesierte Uterusnahttechnik			
	Fortlaufende einreihige Naht (n=149)	Fortlaufende durchschlungene einreihige Naht (n=157)	Doppelreihige Naht (n=129)	p-value
Operationsdauer +/- STD in Minuten	35,2 +/- 11	35,8 +/- 24	36,1 +/- 10	0,90
Geschätzter Blutverlust +/- STD in ml	578 +/- 275	556+/-380	564+/-199	0,81
Patientinnen, die mind. 1 zusätzliche Umstechung zur Blutstillung benötigten, n (%)	92 (62%)	73 (46%)	45 (35%)	<0,0001
Tubensterilisation, n	11	9	10	0,91
Operationserfahrungen -Assistenzarzt -Facharzt (Chefarzt/Oberarzt)	 78 22	 76 24	 66 34	0,27

Tab. 3: Charakteristika der Operation; Angaben in Mittelwerten +/- STD, bzw. in n und %

3.3.1 Operationsdauer

Die durchschnittlich benötigte Operationszeit wird durch die Nahttechnik nicht signifikant beeinflusst. In der Gruppe mit fortlaufender einreihiger Naht betrug sie durchschnittlich 35,2 Minuten, in der Gruppe mit fortlaufender durchschlungener einreihiger Naht 35,8 Minuten und in der Gruppe mit doppelreihiger Naht wurden 36,1 Minuten benötigt.

3.3.2 Ausbildungsstand des Operateurs

An beiden Standorten der Klinik für Geburtsmedizin der Charité in Berlin wurden die in der Studie berücksichtigten Sectiones von einem Operateur und einem Operateurassistenten durchgeführt. Insgesamt 44 verschiedene Operateure mit unterschiedlich langer Berufs- und Operationserfahrung führten die Sectiones durch. Der Hauptanteil, etwa 70%, wurde durch einen Assistenzarzt bzw. eine Assistenzärztin unter Supervision durch einen Facharzt (Chefarzt/Oberarzt/-ärztin) operiert.
In allen drei randomisierten Gruppen operierten die Teams in der gleichen Zusammensetzung, so dass von den gleichen Operationsbedingungen ausgegangen werden kann.

3.3.3 Blutverlust insgesamt

Die während der Operation verlorene Blutmenge konnte bei jeder Patientin nur ungefähr geschätzt werden. Addiert wurde das nach der Operation abgemessene Blut im Absaugbehälter mit der visuell geschätzten Menge der vollgesogenen Bauchtücher und Kompressen. Die Patientinnen mit fortlaufender einreihiger Naht verloren im Durchschnitt 578 ml, die Patientinnen mit fortlaufender durchschlungener einreihigen Naht 556 ml und die Patientinnen mit doppelreihiger Naht 564 ml. Beim durchschnittlichen Blutverlust zeigte sich somit kein signifikanter Unterschied zwischen den drei Gruppen.

3.3.4 Sekundäre Sectio

Etwa 25% der in der Studie analysierten Kaiserschnitte waren nicht geplant und die Indikation wurde im Geburtsverlauf gestellt.

3.3.5 Indikation zur elektiven und sekundären Sectio

Die Indikationen zur operativen Entbindung wurden studienunabhängig gestellt.
Absolute und relative Indikationen für eine elektive Sectio waren unter anderen der Zustand nach einem oder mehreren Kaiserschnitten oder anderen Uterusoperationen, der Verdacht auf ein fetomaternales Missverhältnis, fetale Makrosomie, fetale Beckenendlage, Vorerkrankungen der Mutter und/oder des Kindes oder der Wunsch bei maternaler Angst vor einem Spontanpartus.
Zu den häufigsten Indikationen für einen sekundären Kaiserschnitt gehörten der Geburtsstillstand in der Eröffnungs – oder Austreibungsperiode, kindliche Herztonveränderungen (suspektes bis pathologisches CTG) oder die regelwidrige Einstellung des Kindes und der damit häufig einhergehende Geburtsstillstand.

3.3.6 Muttermundseröffnung bei Sectio

Im Falle eines sekundären Kaiserschnittes wurde die Muttermundseröffnung bei Durchführung der Sectio dokumentiert. Aus dem Geburts- und/oder Operationsprotokoll konnten die Befunde der vaginalen Untersuchung (angegeben in cm) entnommen und in unserer Datenbank festgehalten werden. In allen drei Gruppen wurde die Indikation für die sekundären Sectio bei der Mehrzahl der Frauen in der Eröffnungsperiode (Muttermundseröffnung zwischen 1-9 cm) und nur bei wenigen Patientinnen bei vollständig eröffnetem Muttermund in der Austreibungsperiode gestellt. In der Gruppe mit fortlaufender einreihiger Naht wurden bei 90,6%, in der Gruppe mit fortlaufender durchschlungener einreihiger Naht bei 91,4% und in der Gruppe mit doppelreihiger Naht wurden bei 92,3% der Frauen die Indikation zur Sectio in der Eröffnungsperiode gestellt.

3.3.7 Randomisierte vs. falsch durchgeführte Uterusnaht

Ursprünglich randomisiert für die fortlaufende einreihige Naht wurden 149 Frauen, 157 Frauen für die fortlaufende durchschlungene einreihige Naht und 129 Frauen für die doppelreihige Naht. Allerdings bekamen siebzehn Frauen, die für die einreihige fortlaufende Naht randomisiert wurden, stattdessen eine fortlaufende durchschlungene einreihige Naht und eine weitere Patientin eine doppelreihige Naht. Zwei Frauen, die der Studiengruppe mit fortlaufender durchschlungener einreihiger Naht zugeordnet wurden, erhielten eine fortlaufende einreihige Naht. Darüber hinaus wurden bei neunundzwanzig Frauen die Uterotomie anstatt doppelt, fortlaufend einreihig (n=7) oder fortlaufend durchschlungen einreihig (n=22) verschlossen.
Insgesamt wurden demnach die Daten von 139 Frauen mit fortlaufender einreihiger Naht, 196 mit fortlaufender durchschlungener einreihiger Naht und 100 Frauen mit doppelreihiger Naht ausgewertet. Bedingt wurde diese unregelmäßige Distribution durch die Tatsache, dass nicht alle Patientinnen die Naht bekamen, für die sie randomisiert wurden.
Die Datenanlayse erfolgte nach dem Intention-to-treat- und dem As-treated-Prinzip. Die Ergebnisse dieser Analyse sind in den Tabellen und Abbildungen dargestellt.

3.3.8 Zusätzliche Umstechungen zur Blutstillung

In allen drei Nahtgruppen wurden Blutungen an der Uteruswand durch zusätzliche Umstechungen (Z-Nähte) gestillt. Die Anzahl der notwendigen Umstechungen wurden bei jeder Patientin durch den Operateur auf dem Operationsprotokoll dokumentiert. Als Nahtmaterial wurde wie für den Verschluss der Uterotomie verzögert resorbierbarer Faden aus geflochtenem Synthetik (Vicryl 1-0, Ethicon, Sommerville NJ, USA) verwendet. Es zeigte sich ein signifikanter Unterschied zwischen den Studiengruppen.
Im Vergleich zur Gruppe mit doppelreihiger Naht, in der nur 45 Frauen (35%) eine oder mehrere zusätzliche Umstechungen benötigten, waren es in der Gruppe mit fortlaufender einreihiger Naht 92 (62%) und in der Gruppe mit fortlaufender durchschlungener einreihiger Naht 73 Patientinnen (46%).

3.3.9 Postpartaler Verlauf (Wochenbett)

Im Rahmen des stationären Aufenthaltes in den ersten Tagen des Wochenbettes wurden regelmäßige Kontrollen der maternalen Vitalzeichen (systolischer und diastolischer Blutdruck, Puls und Körpertemperatur) sowie die routineübliche Hb-Wert Kontrolle am ersten Tag post operationem durchgeführt. Infomationen über Infektionen, insbesondere der Verdacht auf Endometritis, und die Durchführung einer Transfusion von Erythrozytenkonzentraten wurde ebenfalls der Krankenakte entnommen. Bei jeweils einer Patientin aus der Gruppe der fortlaufenden einreihigen Naht und der Gruppe mit doppelreihiger Naht, sowie bei zwei Patientinnen aus der Gruppe mit fortlaufender durchschlungener einreihiger Naht wurde eine Köpertemperatur von >38,5 °C gemessen. Ansonsten waren die Vitalparameter unauffällig. Eine Endometritis wurde bei keiner der Studienpatientinnen diagnostiziert. Die Transfusion von Erythrozytenkonzentraten war bei jeweils einer Frau aus jeder Nahtgruppe erfolgt. Hinsichtlich der oben aufgeführten Merkmale gab es in den ersten Tagen des Wochenbettes keinen signifikanten Unterschied beim Vergleich der drei Nahtgruppen.

	Randomisierte Uterusnahttechnik			
	Fortlaufende einreihige Naht (n=149)	Fortlaufende durchschlungene einreihige Naht (n=157)	Doppelreihige Naht (n=129)	p-value
Fieber postpartal, n	1	2	1	0,49
Bluttransfusion, n	1	1	1	0,88

Tab. 4: Postpartaler Verlauf (Wochenbett)

3.4 Ergebnisse der transvaginalen sonographischen Untersuchung

3.4.1 Follow-up 6 Wochen post sectionem

In allen drei Gruppe wurde das erste Follow-up 6 Wochen post sectionem geplant.

3.4.1.1 Anzahl der Patientinnen

Insgesamt wurden 197 Frauen beim ersten Follow-up untersucht.

3.4.1.2 Tage post sectionem

Einen signifikanten Unterschied hinsichtlich des zeitlichen Abstandes zwischen dem Kaiserschnitt und der Ultraschalluntersuchung gab es zwischen den drei Studiengruppen nicht. Durschnittlich 7,2 +/- 1,6 Wochen post sectionem stellten sich die Patientinnen zur ersten Narbenmessung vor.

3.4.1.3 Uteruslage (Anteflexion/Retroflexion)

Bei 86 % der insgesamt 197 Frauen stellte sich beim transvaginalen Ultraschall ein anteflektierter Uterus dar. Die Verteilung von ante- vs. retroflektierten Uteri war in den drei Studiengruppen ohne signifikanten Unterschied. Die Uteruslage hatte in unserer Studie keinen Einfluss auf die Narbendicke.

3.4.1.4. Narbendicke

Eine Normalverteilung der Messergebnisse zeigte sich beim Follow-up 6 Wochen post sectionem. In der Gruppe mit fortlaufender einreihiger Naht betrug die durchschnittliche Narbendicke 10,0 (8,5-12,8 mm), bei den Patientinnen mit fortlaufender durchschlungener einreihiger Naht 10,1 (8,2-12,7 mm) und in der Gruppe mit doppelreihiger Naht 10,8 (8,1- 12,8 mm). Es lag kein signifikanter Unterschied (p=0,84) zwischen den drei Nahtgruppen vor.
Als signifikant hingegen erwies sich die mit zunehmendem Abstand zum Kaiserschnitt abnehmende Myometriumdicke (p<0,01) in allen drei Nahtgruppen.

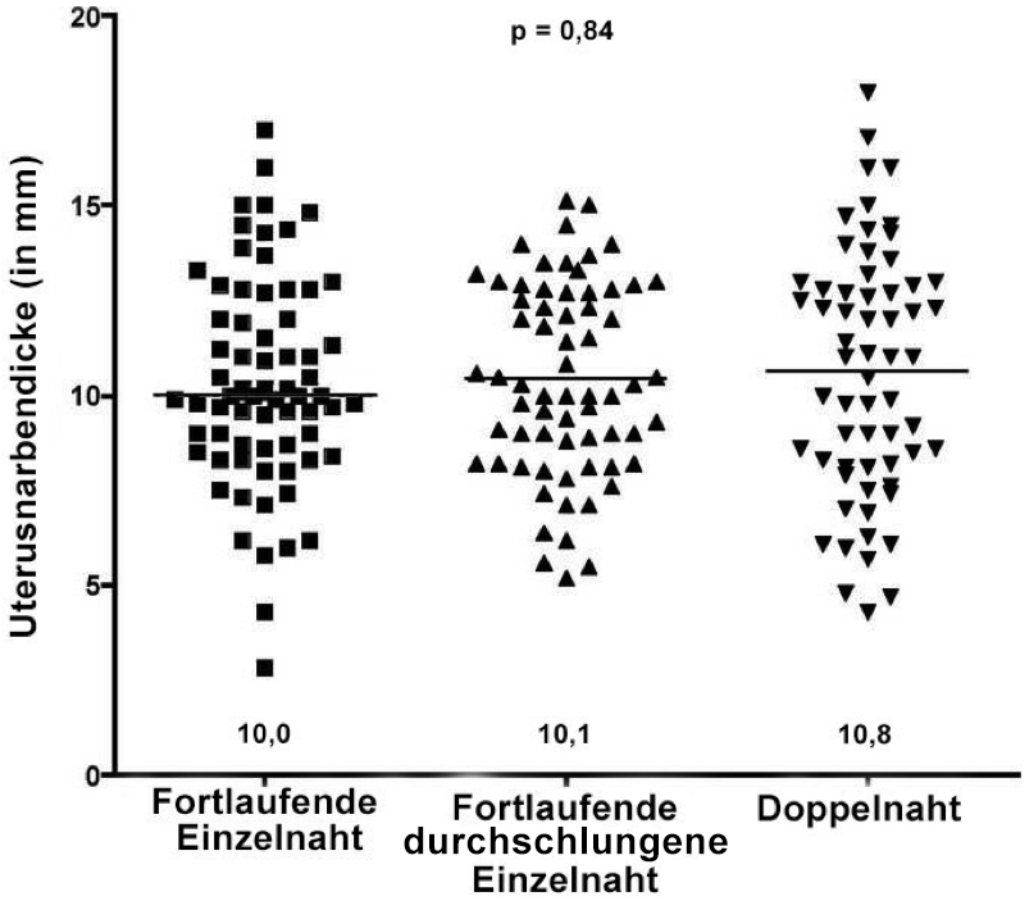


Abb. 4: Streuungsdiagramm der Ergebnisse der sonographischen Narbenmessung 6 Wochen post sectionem (n=197). Der Mittelwert in jeder Gruppe wird durch einen Balken dargestellt.

3.4.2 Follow-up 6-24 Monate post sectionem

Die Durchführung des zweiten Follow-ups erfolgte in allen drei Nahtgruppen frühestens 6 Monaten post sectionem und nicht später als 24 Monate nach der Operation.

3.4.2.1 Anzahl der Patientinnen

Insgesamt kamen 198 Frauen zum zweiten Follow-up.

3.4.2.2 Tage post sectionem

Die durchschnittliche Zeitspanne zwischen dem Tag der Entbindung und dem Follow-up lag bei 8,4 +/- 4,2 Monaten. In den Gruppen mit den einreihigen Nähten wurde die zweite Untersuchung signifikant früher durchgeführt als in der Gruppe mit Doppelnaht. Im Durchschnitt kamen die Frauen mit fortlaufender einreihiger Naht nach 7,8+/-2,8 Monaten und die Patientinnen mit fortlaufender durchschlungener einreihiger Naht nach 7,5+/-3,1 Monaten. Die Patientinnen mit doppelreihiger Naht kamen hingegen erst nach 10,4 +/-6 Monaten.

3.4.2.3 Uteruslage (Anteflexion/Retroflexion)

Auch beim zweiten Follow-up stellte sich bei 86% der insgesamt 198 Patientinnen der Uterus im transvaginalen Ultraschall in anteflektierter Lage dar. Der Anteil der anteflektierten Uteri in der Studiengruppe mit fortlaufender einreihiger Naht war mit 73,8% geringer als in den anderen beiden Gruppen, doch ist der Unterschied nicht signifikant. Auch in der zweiten Ultraschalluntersuchung war kein Einfluss der Uteruslage auf die Narbendicke zu erkennen.

3.4.2.4 Narbendicke

In der ANOVA Analyse zeigte sich beim Vergleich der durchschnittlichen Narbendicke zwischen den drei Gruppen auch beim zweiten Follow-up kein signifikanter Trend (p=0,06).

In der Gruppe mit fortlaufender einreihiger Naht betrug die durchschnittliche Dicke 6,4 (5,0-8,8 mm) vs. 6,8 (5,2- 8,7 mm) in der mit fortlaufend durchschlungener einreihiger Naht vs. 7,3 (5,7-9,1 mm) in der Gruppe mit doppelter Uterusnaht. Die im Anschluss durchgeführte As-treated- ANOVA Analyse bestätigte dieses Ergebnis. Auch hier zeigte sich kein signifikant (p=0,06) dickeres Myometrium nach doppelter Uterusnaht 7,6 (6,0-9,2 mm) im Vergleich zu 6,4 (5,0- 8,9mm) nach einreihiger fortlaufender Naht und 6,6 (5,1-8,6 mm) nach einreihiger durchschlungener fortlaufender Naht. Daraufhin wurden die Nahtformen in zwei Gruppen zusammengefasst: Einreihige Nähte versus Doppelreihige Naht. Ein signifikanter Unterschied wurde nicht ermittelt (p=0,07), das Myometrium nach doppelreihiger Naht war mit 7,3 (5,7- 9,1mm) im Vergleich zur einreihigen Naht mit 6,6 (5,0-8,8mm) nicht wesentlich dicker. Dieses Ergebnis wurde ebenfalls durch eine As-treated-Analyse bestätigt; Doppelreihige Naht 7,6 (6,0- 9,2mm) versus einreihige Naht 6,5 (5,0- 8,8 mm). In Tabelle 5 sind die Messergebnisse der Myometriumdicke beim zweiten Follow-up gemäß der Randomisierung und Patientinnen bezogene Subgruppen Charakteristika dargestellt. Bei der Subgruppenanalyse zeigte sich, dass bei den Patientinnen, die zum ersten Mal per Sectio entbunden wurden nach doppelreihiger Naht das Myometrium nach mindestens 6 Monaten post sectionem signifikant dicker war als nach einreihiger fortlaufender Naht (Intent-to-treat p=0,02; As-treated p=0,03). Bei den Patientinnen, die eine elective Sectio erhielten, zeigte sich in der Intent-to-treat-Analyse kein signifikanter Unterschied zwischen der einreihigen und doppelreihigen Naht (p=0,08), hingegen waren die Ergebnisse bei der As-treated-Analyse signifikant (p=0,02) unterschiedlich. In Tabelle 6 sind die demographischen und klinischen Charakteristika der Patientinnen, die zum ersten Mal und elektiv sektioniert wurden zusammengefasst.

Im longitudinalen Vergleich nahm die Dicke des verbliebenen Myometriums im Bereich der Sectionaht in allen drei Nahtgruppen signifikant ab ($p < 0,01$). In allen drei Nahtgruppen konnte auch beobachtet werden, dass sich die Narbendicke nach sechs Monaten post sectionem nicht mehr maßgeblich veränderte.

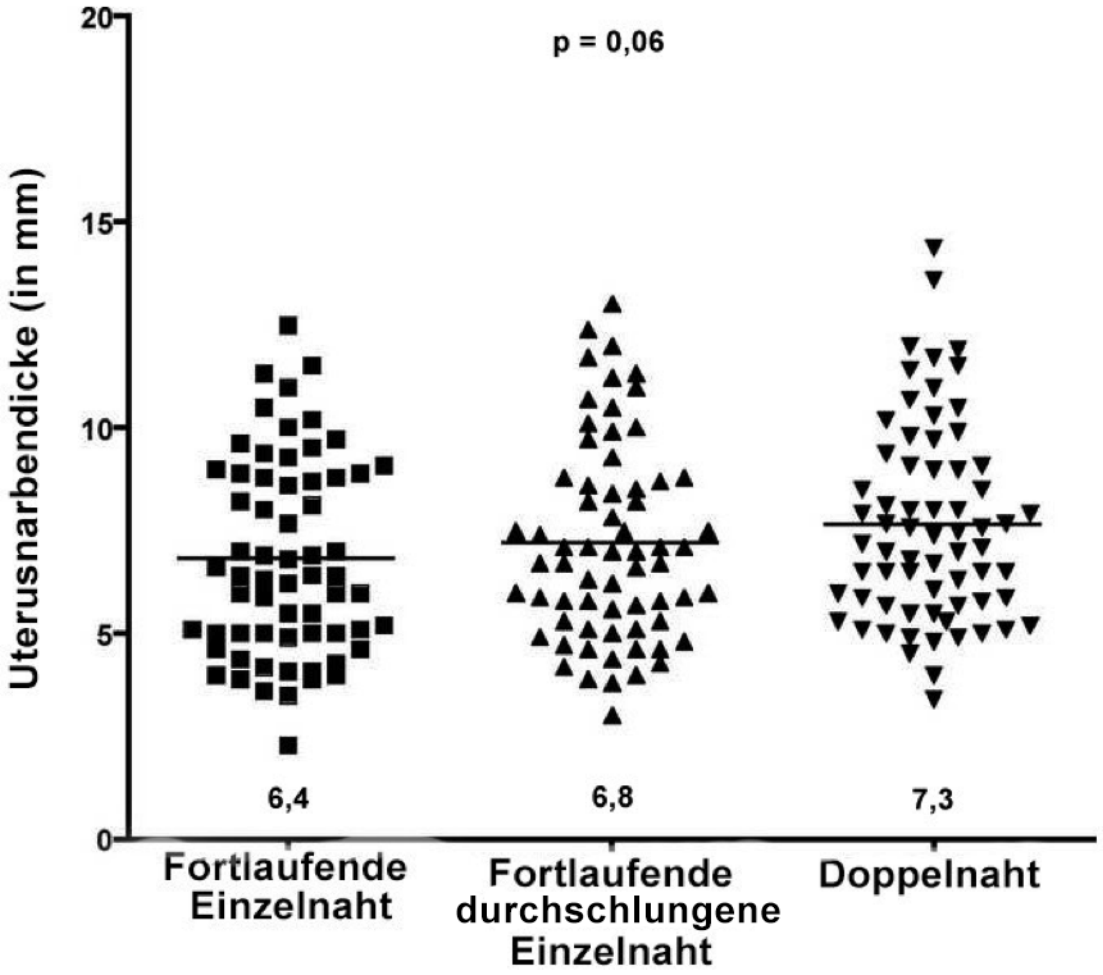


Abb. 5: Streuungsdiagramm der Ergebnisse der sonographischen Narbenmessung 6- 24 Monate post sectionem (n=198). Der Mittelwert in jeder Gruppe wird durch einen Balken dargestellt.

Randomesierte Nahttechnik

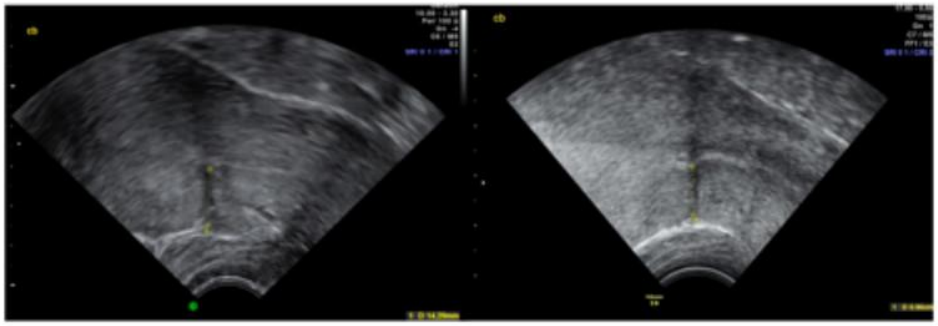
	Fortlaufende einreihige Naht		Fortlaufende durchschlungene einreihige Naht		Doppelreihige Naht		
	Durchschnittliche Narbendicke postpartal		Durchschnittliche Narbendicke postpartal		Durchschnittliche Narbendicke postpartal		p-value (Bonferroni correction)
	6 Wo.	6-24 Mo.	6 Wo.	6-24 Mo.	6 Wo.	6-24 Mo.	
Elektive Sectio (intent-to-treat)	10,0 (8,7-12,7) (54)	6,0 (4,9-8,8) (48)	10,0 (8,2-12,7)(45)	6,7 (5,6-8,8 (43)	10,5 (8,1-13,0) (51)	7,5 (5,7 - 9,1) (56)	0,07
Elektive Sectio (as treated)	10,0 (8,7-12,6) (53)	**6,0 (5,0-8,8) (45)**	10,1 (8,1-12,7) (56)	**6,3 (5,2-8,7) (53)**	10,7 (8,2-13,4) (40)	**7,7 (6,2-9,4) (49)**	**0,03**
Erste Sectio (intent-to-treat)	10,1 (8,8-12,3 (45)	**6,6 (5,0-8,8) (41)**	10,6 (8,1-12,8) (42)	**6,7 (5,1-8,8) (47)**	12,3 (9,0 13,9) (33)	**7,9 (6,4-10,2) (38)**	**0,04**
Erste Sectio (as treated)	10,0 (8,6-12,3) (40)	**6,6 (5,1-8,9) (39)**	10,9 (8,2-12,8) (50)	**6,7 (5,1-8,9) (54)**	12,2 (9,0-14,1) (30)	**8,0 (6,6-10,1) (34)**	**0,03**

Tab. 5: Durchschnittliche Narbendicke in mm; (Interquartilabstand); Anzahl (n); 6 Wochen und 6-24 Monate postpartal. Einteilung nach Nahttechnik (intent-to-treat und as treated). Maternale Subgruppenbildung: Elektive Sectio und erste Sectio. Signifikante Unterschiede in der ANOVA Analyse und im Bonferroni post hoc Korrekturtest erscheinen dickgedruckt.

	Elektive Sectio caesarea (n=333)	Erste Sectio caesarea (n=260)
Alter +/- Standardabweichung, in Jahren	31,4 +/-5,9	30,7 +/-6,2
Nulliparität, n (%)	115 (34%)	173 (66%)
Body-Mass-Index, kg/m^2	25,2+/-5,8	25,0+/-5,7
Gestationsalter am Tag der Sectio +/- Standardabweichung	38,8+/-2,2	38.1+/-2,7
Geburtsgewicht +/-Standardabweichung in g	3132+/-686	2989+/-795
Frühgeburten, n (%)	56 (16%)	65 (25%)
Mehrlingsgeburten, n (%)	34 (10%)	43 (16%)

Tab. 6: Selektive Subgruppen: demographische und klinische Charakteristika der Patientinnen mit elektiver oder ersten Sectio caesarea

Follow-up: Sonographische Narbenmessung



Follow-up
6 Wochen pp

Follow-up
6-24 Monate pp

Abb. 6: Follow-up 6 Wochen und 6-24 Monate post partum. Transvaginaler Ultraschall und Messung der Sectionarbendicke. Der Uterus ist anteflektiert und die leere Harnblase der Patientin erscheint links des Bildes (nicht sichtbar). Die Kreuze begrenzen die Narbendicke.

Follow-up: Sonographische Narbenmessung

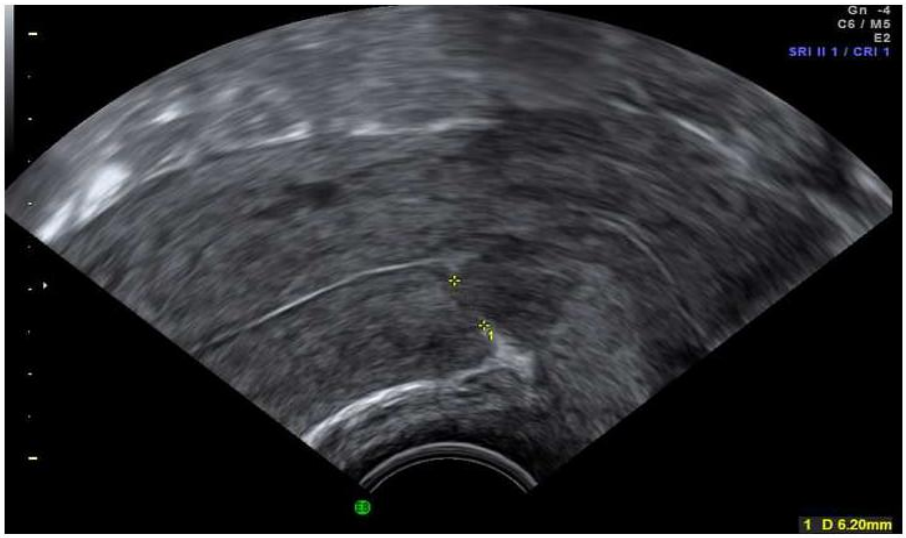


Abb. 7: Follow-up 6-24 Monate post partum. Transvaginaler Ultraschall und Messung der Sectionarbendicke. Der Uterus ist anteflektiert und die leere Harnblase der Patientin erscheint links des Bildes (nicht sichtbar). Die Kreuze begrenzen die Narbendicke.

4. Diskussion

Dies ist die erste prospektive randomisierte Studie, die den Heilungsprozess der Uterusnarbe nach Sectio caesarea per transvaginalem Ultraschall über einen Zeitraum von bis zu zwei Jahren post sectionem nach einreihiger und doppelreihiger Naht longitudinal vergleicht.

Wir kamen zu dem Ergebnis, dass bei den Patientinnen, die zum ersten Mal oder per elektiver Sectio caesarea entbunden wurden, nach mindestens 6 Monaten post sectionem die Uterusnarbe nach doppelreihiger Naht signifikant dicker war, als nach einem fortlaufenden einreihigen Verschluss der Uterotomie.

In unserer Studie wurde die erste sonographische Follow-up Untersuchung im Durchschnitt 7,2 Wochen post sectionem durchgeführt. Der zeitliche Abstand zwischen Entbindung und dem ersten Follow-up war in allen drei Studiengruppen gleich. Auch wenn sich die Nahttechnik beim ersten Follow-up noch nicht signifikant an der Narbendicke wiederspiegelte, konnte beim zweiten Follow-up gezeigt werden, dass die Nahttechnik durchaus Einfluss auf die Narbendicke hat.

Eine Abnahme der Narbendicke über die ersten Monate post sectionem wurde in allen drei Studiengruppen beobachtet. Diese kann durch die physiologischen Umbauprozesse des zunächst geschwollenen Gewebes erklärt werden. Wundödeme lösen sich zunehmend auf und die Kontraktion, der in der Narbe enthaltenen Kollagenfasern, führt zu einer zusätzlichen Volumenreduktion.

Das zweite Follow-up erfolgte 8,4 +/-4,2 Monate post sectionem. In den Gruppen mit den einreihigen Nähten wurde die zweite Untersuchung signifikant früher durchgeführt als in der Gruppe mit Doppelnaht. Aufgrund der Tatsache, dass der loss to follow-up bei den Patientinnen mit doppelter Naht besonders groß war, intensivierten wir die Rekrutierung des zweiten Follow–ups in dieser Gruppe.

Ein signifikanter Unterschied hinsichtlich der Narbendicke zeigte sich nur beim zweiten Follow-up bei der Subgruppenanalyse. Bei den Patientinnen, die elektiv oder zum ersten Mal sektioniert wurden, war die Narbe nach doppelter Naht signifikant dicker als nach der fortlaufenden einreihigen Naht.

4.1 Charakteristika der Patientinnen

In der Klinik für Geburtsmedizin der Charité Campus Virchow finden jährlich ca. 3200 Geburten statt, davon ca. 30% per Kaiserschnitt. Durch die große Anzahl an Patientinnen und den hohen Anteil der per Sectio durchgeführten Entbindungen, ist die Charité, wie kaum ein anderes Krankenhaus, in der Lage eine prospektive Studie zum Thema Kaiserschnitt durchzuführen. Bei der Randomisierung der 435 Studienteilnehmerinnen erfolgte keine Selektion, so dass das Patientinnenkollektiv aus Erst- sowie Mehrgebärenden, die zum ersten oder wiederholtem Mal per elektiver oder sekundärer Sectio entbunden wurden, besteht. 39,1% der Frauen waren bei der Rekrutierung Nulliparea und das durchschnittliche Alter der Patientinnen betrug bei der Entbindung 31,4 Jahre. Alle Patientinnen wurden zwischen der 24. und 41. Schwangerschaftswoche entbunden. Das mittlere Gestationsalter am Tag der Sectio betrug 37+4 Schwangerschaftswochen und 19-24% der Geburten waren Frühgeburten. Der durchschnittliche Body-Mass-Index der Patientinnen lag bei 25,4 kg/m^2 und 6,2% der Patientinnen gaben einen Nikotinkonsum während der Schwangerschaft an. Bis auf eine geringe Differenz beim Alter der Patientinnen (in der Gruppe mit doppelter Naht waren die Frauen im Durchschnitt um etwa 1,5 Jahre jünger) liegen zwischen den drei Gruppen keine signifikanten und das Studienergebnis beeinflussende Unterschiede vor.

4.2 Messergebnisse im Vergleich zu bisherigen Studienergebnissen

Insgesamt ist es schwierig, die bisher vorhandenen Studienergebnisse miteinander sowie mit denen der vorliegenden Arbeit zu vergleichen, da sich das Studiendesign, die Studienpopulation, die verwendeten Nahttechniken und die absoluten Messergebnisse zum Teil stark voneinander unterscheiden. Es besteht Schwierigkeit bei der Zusammenfassung der zum Teil sehr unterschiedlichen Messergebnisse der einzelnen Studien, da Faktoren wie der Zeitpunkt der Untersuchung (postoperativ am nicht schwangeren Uterus oder im ersten, zweiten oder dritten Triminon der Folgeschwangerschaft), die Art der Messung (transabdominal, transvaginal, per Magnetresonanztomographie oder per Hysteroskopie), sowie die Messebene am Uterus nicht einheitlich festgelegt sind. Faktoren wie die Parität, die Lokalisation der Plazenta, und die Operation am wehenausgesetzten oder -freien Uterus können das

Ergebnis stark beeinflussen (82). Bei den retrospektiven Studien muss darüber hinaus beachtet werden, dass eine gewisse Voreingenommenheit gegenüber der Nahttechnik nicht verhindert werden kann und die Messergebnisse dadurch beeinflusst werden. Ein weiterer limitierender Faktor beim Vergleich der Studien ist, dass unterschiedliches Nahtmaterial zum Verschluss der Uterotomie verwendet wurde.

4.2.1 Nahttechnik in Bezug auf das perioperative Outcome

Viele bisher veröffentlichte Studien zum Thema Uterusnaht nach Sectio caesarea vergleichen die Nahttechniken hinsichtlich des short-term outcomes der Operation und erhalten zum Teil sehr widersprüchliche Ergebnisse.

Im Jahr 1992 führten Hauth und Kollegen (83) eine große prospektiv randomisierte Studie mit insgesamt 906 Teilnehmerinnen durch. Mit der Studie gelang es ihnen größtenteils die Hypothese zu belegen, dass die einreihige Naht zum Verschluss der Inzision im unteren Uterinsegment in Hinsicht auf das short-term outcome mit besseren Ergebnissen einhergeht als die doppelreihige Naht, da sie eine kürzere Operationszeit, eine bessere Hämeostase und weniger perioperative maternale Infektionen aufweist. Ausschließlich perioperative Kriterien und Kurzzeitrisiken, nicht aber die Langzeitrisiken wurden untersucht. Sie kamen zu dem Ergebnis, dass für die fortlaufende durchschlungene einreihige Naht im Durchschnitt 43,8 Minuten Operationszeit benötigt wurden. Bei der doppelreihigen Naht waren es 47,5 Minuten (p=0,0003).

In der vorliegenden Studie wurde die durchschnittlich benötigte Operationszeit durch die Nahttechnik nicht signifikant beeinflusst (p=0,9). In der Gruppe mit fortlaufender einreihiger Naht betrug sie durchschnittlich 35,2 Minuten, in der Gruppe mit fortlaufender durchschlungener einreihiger Naht 35,8 Minuten und in der Gruppe mit doppelreihiger Naht wurden 36,1 Minuten benötigt.

Bei den zusätzlichen Umstechungen zur Blutstillung fanden Hauth und Kollegen ebenfalls einen signifikanten Unterschied. In der Gruppe mit Einfachnaht waren es 179 Fälle, in denen zusätzliche Stiche zur Blutstillung erforderlich wurden vs. 190 nach Doppelnaht (p = 0,046). Auch in der vorliegenden Studie fanden wir zwischen den drei Nahtgruppen einen signifikanten Unterschied (p=<0,001), doch widerspricht das Ergebnis dem von Hauth und Kollegen. Bei uns benötigten die Operateure in der Gruppe mit doppelreihiger Naht signifikant weniger zusätzliche Umstechungen als in

den Gruppen mit einreihiger Naht: 45 Frauen (35%) waren es in der Gruppe mit doppelreihiger Naht, 92 (62%) in der Gruppe mit fortlaufender einreihiger Naht und 73 (46%) in der mit fortlaufender durchschlungener einreihiger Naht.

Die Inzidenz an puerperalen Endometritiden zeigte sich in der Arbeitsgruppe von Hauth nach beiden Nahttechniken gleich groß. 83 (22%) der Frauen mit Einfachnaht vs. 65 (18%) der Frauen mit doppelreihigem Nahtverschluss erkrankten an einer Infektion (p=0,17). Auch in unserer Studie konnten wir keinen signifikanten Unterschied feststellen. In keiner der drei Nahtgruppen erkrankten die Wöchnerinnen in den ersten Tagen post sectionem an einer Endometritis.

Weitere prospektive randomisierte Kontrollstudien, in denen die Peri- und die frühe Postoperativperiode nach Einfach- versus Doppelnaht nach Sectio caesarea miteinander verglichen wird (61-63) sprechen sich für die Einfachnaht aus. Hier geht die Einfachnaht mit einer kürzeren Operationszeit, einem geringeren Blutverlust, einem selteneren Auftreten an Infektionen und kürzeren Krankenhausaufenthalten einher.

Durnwald und Kollegen (14) kamen in ihrer retrospektiven Studie, in die 768 Erstgebärende eingeschlossen wurden, zu dem Ergebnis, dass die Einfachnaht im Vergleich zur Doppelnaht mit einer geringeren Inzidenz an Endometritiden, einer im Durchschnitt kürzeren Operationszeit, sowie einem geringeren Blutverlust einhergeht. In unserer Studie zeigte sich hingegen kein signifikanter (p=0,81) Unterschied bei der Menge des intraoperativen Blutverlustes. Die Patientinnen mit fortlaufender einreihiger Naht verloren im Durchschnitt 578 ml, die Patientinnen mit fortlaufender durchschlungener einreihigen Naht 556 ml und die Patientinnen mit doppelreihiger Naht 564 ml Blut.

Im 1996 veröffentlichten Cochrane Review „Single versus two layer suturing for closing the uterine incision at Caesarean section“ kamen Enkin und Kollegen (84) zu dem Schluss, dass die Einzelnaht im Vergleich zur Doppelnaht bis auf eine um 5,6 Minuten kürzere Operationszeit keine weiteren Vor- noch Nachteile mit sich bringt.

Große Studien, wie die 2010 veröffentlichte CEASAR Studie (2), eine randomisierte Kontrollstudie, für die über 3000 Erstgravidae rekrutiert wurden, und die drei Jahre später publizierte CORONIS Studie (3) mit 15.000 Patientinnen, vergleichen ebenfalls verschiedene Operationskriterien in Hinsicht auf das short-term outcome der Sectio caesarea. Unter anderem wird die Einfachnaht mit der Doppelnaht zum Verschluss der Uterotomie verglichen. Laut beider Studien lässt sich kein signifikanter Unterschied hinsichtlich des short-term outcome zwischen beiden Nahtformen feststellen.

4.2.2 Nahttechnik in Bezug auf das short- und long-term outcome

Die morphologischen Umbauprozesse, die wir in den ersten 6 Wochen post sectionem am Narbengewebe beobachten konnten, entsprechen denen von Hamar et al (24). In ihrer zuvor erwähnten randomisierten Studie wurden die Veränderungen am Myometrium nach Einzel- vs. Doppelnaht über einen Zeitraum von bis zu 6 Wochen post sectionem per Ultraschall miteinander verglichen. Bei den insgesamt dreißig Studienteilnehmerinnen, die per primärer Sectio entbunden wurden, zeigte sich bei allen vier Ultraschalluntersuchungen hinsichtlich der Narbendicke kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Studiengruppen. Die Dicke des Narbengewebes nahm unabhängig von der Nahttechnik mit zunehmendem Abstand zur Operation kontinuierlich ab. Insgesamt zeigte sich das Gewebe in beiden Gruppen aber auch noch beim letzten Follow-up sechs Wochen post operationem verdickt (Einfachnaht 13,0 (10,8-15,3) mm vs. Doppelnaht 14,1 (11,4-16,8)mm; p=0,61).

In der vorliegenden Studie betrug die durchschnittliche Narbendicke beim ersten Follow-up in der Gruppe mit fortlaufend einreihiger Naht 10,0 (8,5-12,8 mm), bei den Patientinnen mit fortlaufender durchschlungener einreihiger Naht 10,1 (8,2-12,7 mm) und in der Gruppe mit doppelreihiger Naht 10,8 (8,1- 12,8 mm). Es lag kein signifikanter Unterschied (p=0,84) zwischen den drei Nahtgruppen vor. Insgesamt waren die Narben in unserer Studie etwas schmaler als bei Hamar et al.

Als signifikant hingegen erwies sich, wie auch bei Hamar und Mitarb., die mit zunehmenden Abstand zum Kaiserschnitt abnehmende Myometriumdicke (p<0,01) in allen drei Nahtgruppen. Das weiterhin ödematös geschwollene Gewebe weist, wie bereits oben erwähnt, auf eine noch nicht abgeschlossene Wundheilung sechs Wochen post sectionem hin.

Kritik wurde unter anderem daran geübt, dass Hamar und Mitarb. 83-85% der Ultraschalluntersuchungen transabdominal und nur 15-17% transvaginal durchführten. Außerdem erscheint eine Fallzahl (n=30) und das Fehlen eines weiteren Follow-ups nach zeitlich größerem Abstand zur Sectio caesarea als nicht ausreichend (78). Wir führten ein weiteres Follow-up mindestens sechs Monate post sectionem durch, um das Narbengewebe nach weitestgehend vollständiger Heilung zu beurteilen.

Im Vergleich zur Studie von Hamar und Kollegen sowie vielen weiteren, ist die Fallzahl der vorliegenden Arbeit mit 435 Patientinnen deutlich größer und die Ultraschalluntersuchungen erfolgten ausschließlich transvaginal.

Glavind und ihre Kollegen (73) vergleichen in ihrer bereits erwähnten retrospektiven Studie die Dicke des verbliebenen Myometriums im Bereich der Sectionarbe nach einfacher und nach doppelter Naht. Ein Follow-up erfolgte frühestens sechs Monate post sectionem. Beim Vergleich von 149 Frauen mit Einlingsgraviditäten, die zum ersten Mal eine elektive Sectio bekamen stellte sich heraus, dass die durchschnittliche Dicke des verbliebenen Myometriums im Bereich der Sectionarbe nach Einfachnaht 4,6 mm betrug und damit signifikant dünner war als nach doppelter Naht, bei der man auf einen durchschnittlichen Messwert von 5,8 mm kam (p=0,04). Diese Ergebnisse stehen im Einklang mit unseren Studienergebnissen. Auffällig ist, dass die sonographisch gemessenen Narbendicken bei Glavind und Kollegen deutlich dünner (um ca. 2 mm) sind, als in unserer Studie. Nach fortlaufend einreihiger Naht wurde in der vorliegenden Studie eine durchschnittliche Narbendicke von 6,6 mm, nach fortlaufend durchschlungener einreihiger Naht eine Dicke von 6,7 mm und nach doppelter Naht von 8,0 mm gemessen. Die Tatsache, dass bei Glavind und ihrer Arbeitsgruppe bei der doppelten Naht die erste Nahtreihe durchschlungen genäht wurde und nicht wie bei uns einfach fortlaufend, könnte den Unterschied der Messergebnisse erklären. Darüber hinaus ist nicht bekannt welches Nahtmaterial in der Geburtsklinik von Glavind und Kollegen verwendet wurde. Wie unter 4.3. erläutert wird, hat das Nahtmaterial einen erheblichen Einfluss auf die Gewebsheilung.

In unserer Subgruppenanalyse beim zweiten Follow-up erwies sich das Myometrium im Narbenbereich nach doppelreihiger Naht signifikant dicker als nach einreihig fortlaufender Naht. Nach einreihig fortlaufend durchschlungener Naht zeigte sich im Vergleich zur Doppelnaht wiederum kein signifikanter Unterschied. Das Ergebnis der Studie von Sevket und Kollegen (85) widerspricht somit unserer Subgruppenanalyse. In ihrer Studie zeigte sich nach der einreihig fortlaufend durchschlungenen Naht bei denjenigen Frauen, die zum ersten Mal einen Kaiserschnitt bekamen, ein signifikant dünneres Myometrium als nach doppelreihiger Naht. Ein Vergleich mit der einreihigen fortlaufenden nicht durchschlungenen Naht fand in der Studie von Sevket und Mitarb. nicht statt.

Um neben dem short-term outcome eine Aussage über die maternale Langzeitrisiken machen zu können, wurde die zuvor erwähnte CORONIS Studie um ein Follow-up drei Jahre post sectionem verlängert. Auch mit größerem Abstand zur Operation wurde kein signifikanter Unterschied zwischen der Einfach- und der Doppelnaht gefunden. Beide

Nahttechniken werden hinsichtlich maternaler Morbidität und der Inzidenz an Komplikation unter VBAC als gleichwertig beschrieben (86). Auch beim Vergleich zwischen Chromic Catgut versus Polyglactin 910 als Nahtmaterial zum Verschluss der Uterotomie zeigte sich kein signifikanter Unterschied hinsichtlich dem Auftreten von Komplikationen, wie zum Beispiel der Uterusruptur, in Folgeschwangerschaften.

4.3 Einfluss der Nahttechnik auf die Wundheilung

Auch wenn nicht ganz genau festgelegt werden kann, wie lang das Uterusgewebe für eine vollständige Heilung benötigt, wird anhand einiger Studienergebnisse geschlussfolgert, dass die Umbauprozesse des Narbengewebes nicht vor sechs Monaten post sectionem abgeschlossen sind (84, 87). Auf den Heilungsprozess der Operationswunde wirken mehrere Faktoren ein. Dazu gehören das maternale Lebensalter, die Anzahl der Geburten, die Sectioindikation, die Operationstechnik (unter anderem die Nahttechnik) und der Ablauf der postoperativen Phase. Eine Aussage über den Einfluss jedes einzelnen Faktors auf die Heilung ist somit nur eingeschränkt möglich.
D. Kiss und K. Rajkovits (53) führten in den 80er Jahren histologische Untersuchungen des bei wiederholten Kaiserschnittentbindungen entnommenen Narbengewebes durch. Auf Grund der Vaskularisation und Neubildung der Muskelfasern wurde festgestellt, dass das Narbengewebe nach der einschichtig durchgeführten Wundnaht ein wesentlich besseres Bild zeigt als bei der zweischichtigen Naht.
Mit Einführung der Misgav-Ladach-Technik wird die Doppelnaht zum Verschluss der Uterotomie kaum noch verwendet (9, 54) und der einreihige Nahtverschluss ist in vielen Kliniken zum Standard geworden. Das die Qualität der Wundheilung nicht bei allen Formen der Einfachnaht identisch ist, konnten mehrere Studien aufzeigen. Bei der zu straff genähten fortlaufenden durchschlungenen Naht wird das Risiko einer gedrosselten Blutversorgung vermutet. Die Minderdurchblutung kann zu einer insgesamt schlechteren Wundheilung führen (59, 79). Ceci und Mitarb. (78) führten eine prospektiv randomisierte longitudinale Studie mit insgesamt 60 Erstgebärenden durch. Ein Vergleich zwischen zwei unterschiedlichen Einfachnähten (Einzelknopfnähte vs. fortlaufende durchschlungene einreihige Naht) wurde sechs, zwölf und vierundzwanzig Monate postpartum per transvaginalem Ultraschall und Hysteroskopie durchgeführt.

Sie kamen zu dem Ergebnis, dass in der Gruppe mit fortlaufender durchschlungener Naht die Narbendefekte 24 Monate post sectionem größer waren (p=0,03) als in der Gruppe mit Einzelknopfnähten. Die Arbeitsgruppe geht davon aus, dass die fortlaufende durchschlungene Naht einen stärkeren ischämischen Effekt auf das Gewebe ausübt als die Einzelknopfnähte und das die Narbendefekte somit aus der durch Minderdurchblutung bedingten Wundheilungsstörung resultieren.

In unserer Studie stellten wir hinsichtlich der durchschnittlichen Narbendicke zwischen der fortlaufenden Naht und der fortlaufenden durchschlungenen Naht keinen Unterschied fest. Eine auf die Gewebsheilung Einfluss nehmende Ischämie können wir in unserer Studie nicht nachweisen. Die Uterusnarben wurden auf Defekte hin nicht untersucht.

Neben der Nahttechnik nimmt das verwendete Nahtmaterial Einfluss auf die Wundheilung und die nachfolgende Narbenbildung. Resorbierbare Fäden werden zum Verschluss der Uterotomie verwendet. Im Vergleich zum Catgut weist Vicryl (beschichtetes Polyglactin 910) eine geringere Bindegewebsreaktion bei der Auflösung der Fäden auf. Dies wird dadurch erreicht, da sich das auf Basis von Polyglykolsäuren hergestellte Vicryl durch Hydrolyse auflöst. Es wird deutlich langsamer resorbiert und besitzt nach 14 Tagen noch 75% seiner ursprünglichen Reißkraft. Catgut hingegen wird zügig enzymatisch abgebaut und hat eine Resorptionszeit von nur 8-12 Tagen.

Bei den meisten der bisher erwähnten retrospektiven Studien (64) wurden Chromic Catgut als Nahtmaterial verwendet. In der vorliegenden Studie wurde die Uterotomie in allen drei Studiengruppen mit Vicryl der Stärke 1-0 verschlossen. Beim Vergleich unserer Studie mit den Ergebnissen der meisten anderen Studien muss diese Tatsache in jedem Fall berücksichtigt werden.

4.4 Uterusruptur und ihr Risiko

Wie bereits mehrfach betont, ist die Uterusruptur eine der gravierendsten Komplikationen in der Geburtsmedizin, da sie mit schwerwiegenden maternalen sowie fetalen Folgen assoziiert ist (9, 73, 88).

Beim Versuch einer vaginalen Entbindung nach vorausgegangenem Kaiserschnitt sollte das Risiko für ihr Auftreten mit 0,7 bis 2,3 % (20, 26) im Aufklärungsgespräch thematisiert werden (53, 89).

Faktoren, die immer wieder mit der Uterusruptur assoziiert werden, sind die vorausgegangene vertikale oder klassische Uterusinzision, das Fehlen einer vorausgegangenen vaginalen Geburt nach Sectio caesarea, mehr als ein Kaiserschnitt in der Anamnese, die Geburtseinleitung, die Anwendung von Oxytocin unter der Geburt, ein Geburtsstillstand und ein dünnes Uterinsegment praepartal.

Zu Klären inwieweit jeder einzelner Faktor Einfluss nimmt auf die Entstehung des Defektes und schließlich die Ruptur ist laut Bujold (10) aus zweierlei Gründen unmöglich. Erstens beeinflussen und potenzieren sich die einzelnen Faktoren untereinander und zweites ist die Pathophysiologie der Narbendehiszenz und der Uterusruptur noch immer nicht vollständig verstanden.

Einige Studien haben untersucht inwiefern die Nahttechnik (Einfach- vs. Doppelnaht) Einfluss nimmt auf die Inzidenz der Uterusruptur während VBAC.

So stellten Bujold und seine Arbeitsgruppe (10) in ihrer retrospektiven Kohortenstudie fest, dass die Einfachnaht im Vergleich zur Doppelnaht während VBAC mit einem 4-6 fach höheren Uterusrupturrisiko einhergeht. In ihrer später durchgeführten Multicenter Fall-Kontrollstudie zeigte sich bei den Frauen mit einreihiger Uterotomienaht ein zweifach höheres Narbenrupturisiko unter VBAC. In der bereits erwähnte Metaanalyse von Roberge und Mitarb. (9) erwies sich das Risiko für eine Narbendehiszenz oder-ruptur nur nach fortlaufender durchschlungener einreihiger Naht größer als nach Doppelnaht. Das Risiko nach fortlaufender nicht durchschlungener einreihiger Naht zeigte sich dagegen vergleichbar mit dem nach Doppelnaht.

Negative Aspekte der drei Arbeiten ist ihr retrospektiver Charakter. Bei der Metanalyse von Roberge und Mitarb. können darüber hinaus die Tatsachen, dass die analysierten Studien unterschiedliches Nahtmaterial verwendeten und eine einheitliche Definition der Uterusruptur nicht vorlag, als weitere Limitationen bewertet werden.

Auch andere Studien und die NICE-guidelines sprechen sich gegen die Einfachnaht aus und äußern, dass basierend auf dem heutigen Stand der Kenntnis für die Frauen, die einen Spontanpartus in Folgeschwangerschaft anstreben, die Doppelnaht die angemessene Nahttechnik zu sein scheint (14, 54, 90).
Tucker und Mitarb. (72) sowie Chapman und Kollegen (11) stellten in ihren bereits oben erwähnten Studien wiederrum fest, dass zwischen der Einfach- und der Doppelnaht in Hinsicht auf das Auftreten einer Uterusruptur kein signifikanter Unterschied vorliegt.
Die Ergebnisse der bisher vorliegenden Studien müssen im Kontext ihrer Limitationen betrachtet werden. Die widersprüchlichen Ergebnisse der Studien zeigen, dass bis heute noch keine eindeutige Aussage darüber gemacht werden kann, ob das Uterusrupturrisiko nach Sectio caesarea von der Nahttechnik, die zum Verschluss der Uterotomie verwendet wurde, abhängt.

4.5 Narbendicke als Marker für das Uterusrupturrisiko

Angesichts der Tatsache, dass die Uterusruptur nur sehr selten auftritt, dient sie in vielen prospektiven Arbeiten nicht als Studienendpunkt (74, 75). Stattdessen wird, wie auch in unserer Arbeit, der Einfluss, den die Nahttechnik auf die Wundheilung nimmt, anhand der sonographisch gemessenen Narbendicke untersucht (24, 69, 76).
Die Frage, ob eine dickere Narbe automatisch mit einer höheren Stabilität einhergeht, kann mit diesen Studien nicht beantwortet werden. Nicht bekannt ist, wie stark die Narbe in einer Folgeschwangerschaft gedehnt wird. Ob eine postpartal dick gemessene Narbe auch am Ende der Folgeschwangerschaft noch immer kräftig erscheint, kann nicht vorhergesagt werden. Somit kann ein cut-off Wert für die Narbendicke, ab der eine Uterusruptur während VBAC nicht riskiert werden sollte, zum Zeitpunkt unseres zweiten Follow-ups (6-24 Monate post sectionem) nicht festgelegt werden.

4.6 Stärken und Limitationen der Studie

Unsere Arbeit ist die erste prospektiv randomisierte Studie, die die Einfachnaht vs. Doppelnaht zum Verschluss der Uterotomie nach Sectio caesarea longitudinal vergleicht.

Eine Stärke der Studie ist die große Anzahl an Studienteilnehmerinnen. Das die Randomisierung in nur einer einzigen Klinik für Geburtsmedizin und darüber hinaus in einer der Maximalversorgung erfolgte, ist sicher ein weiterer Vorzug. Hinzu kommt das standardisierte Vorgehen bei den sonographischen Narbenmessungen, welche fast ausschließlich durch nur einen erfahrenen DEGUM II und für die Nahtform geblindeten Untersucher durchgeführt wurden. Wir benutzen eine zweidimensionale Ultraschalldarstellung und beurteilten die Narben in nur einer midsagitalen Ebene. Keine Patientin war zum Zeitpunkt der Narbenmessungen schwanger und die Sonographie erfolgte ausschließlich transvaginal. Durch die Verlängerung der Zeitspanne zwischen dem Tag der Sectio und dem zweiten Follow-up auf mindestens 6 Monate können wir von einer abgeschlossenen Gewebsheilung bei der Messung ausgehen.

Eine weitere Stärke unserer Studie ist der Vergleich zwischen zwei verschiedenen Einfachnähte zum Verschluss der Uterotomie. Insbesondere fehlt es an Studien, die die fortlaufende einreihige durchschlungene mit der nicht durchschlungenen Naht prospektiv und longitudinal vergleichen.

Neben zahlreichen Stärken weist unsere Studie auch einige Limitationen auf. Die Follow-up Rate von nur 40% lässt die statistische Power der Studie auf 60% sinken. Die Schwierigkeit mit dem Neugeborenen zu den Nachuntersuchungen in die Klinik zu kommen, erklärt am ehesten den erheblichen loss to follow-up. Ein post-hoc two sample T-test zur Power Analyse zeigte, dass 110 Follow-up Patientinnen pro Studienarm erforderlich gewesen wären, um eine Power von 81% zu erreichen. Bei uns erschienen zum zweiten Follow-up zwischen 64 und 68 Patientinnen pro Studienarm. Die niedrige Power der Studie ist möglicherweise ein Grund dafür, dass durch die ANOVA Analyse beim Vergleich aller Messergebnisse des zweiten Follow-ups kein signifikanter Unterschied beim Vergleich des Gesamtkollektives aufgezeigt werden konnte und wir gehen von einem Fehler der 2. Art aus. Ein deutlicher Trend zeigte sich beim Ergebnis p=0,06 der ANOVA Analyse des zweiten Follow-ups, so dass wir eine weitere Analyse durchführten. Für diese ANOVA Analyse fassten wir die Gruppen mit

einreihigem Nahtverschluss zu nur einer Gruppe zusammen. Das Ergebnis p=0,07 bestätigte den Trend einer abnehmenden Narbendicke bei Patientinnen mit einreihiger Naht im Vergleich zur doppelreihigen Naht.

Die Tatsache, dass das zweite Follow-up in der Gruppe der Doppelnaht im Durchschnitt erst zwei Monate später durchgeführt wurde als in den Gruppen der Einzelnähte ist dadurch bedingt, dass wir die Rate an loss to follow-up insbesondere in dieser Gruppe minimieren wollten und intensivierten und verlängerten dazu die Zeitspanne, die zwischen Entbindung und der Nachuntersuchung lag, von 6 auf max. 24 Monate. In der Gruppe mit Doppelnaht war das loss to follow-up besonders groß. Dieser Aspekt hatte aber keinen signifikanten Einfluss auf unsere Messergebnisse.

Eine weitere Limitation wird durch die Heterogenität unserer Studienpopulation hervorgerufen. Um eine Verzerrung durch Selektion zu verhindern, wurden alle Frauen unabhängig von ihrer Gestationsanamnese in die Studie eingeschlossen.

Nach abgeschlossener Randomisierung wurde keine der Teilnehmerinnen aus der Studie ausgeschlossen.

Auch bei der Durchführung der Kaiserschnitte liegt eine Schwäche der Studie. Die Sectiones caesareas wurden von insgesamt 44 verschiedenen Geburtsmedizinern mit unterschiedlichem Ausbildungslevel und Operationserfahrungen durchgeführt. Eine Supervision aller Assistenzärzte/-ärztinnen erfolgte während der Operation durch einen Facharzt (Chefarzt oder Oberarzt), nichts desto trotz muss von einer Variabilität in Bezug auf die Operationserfahrungen ausgegangen werden. Aufgrund des randomisierten Studiendesigns wurde in allen drei Armen keine signifikant unterschiedliche Anzahl an verschiedenen Operateuren und deren Ausbildungsstand verzeichnet.

Als weitere Limitation ist zu erwähnen, dass nicht alle Patientinnen die Naht erhielten, für die sie randomisiert wurden. Die Compliance bei der Doppelnaht im Vergleich zur Einfachnaht war deutlich schwächer. Erklären lässt sich diese Non-compliance dadurch, dass die fortlaufende durchschlungene einreihige Naht den Standard bei der Misgav-Ladach Methode darstellt, welche in der Studienklinik routinemäßig angewendet wird. Eine mögliche Ursache dafür, könnte sein, dass der Operateur die in der Patientinnenakte festgehaltene Randomisierung für die Doppelnaht nicht zur Kenntnis nahm, insbesondere wenn die Rekrutierung bereits Tage vor dem Operationstermin bei der Planung des elektiven Kaiserschnitts erfolgt war oder wenn klinische Gründe, wie Atonie oder ein stark ausgedünntes Myometrium gegen die vorgesehene Doppelnaht

sprachen. Bedauerlicher Weise ist diese Information dem Operationsprotokoll nicht zu entnehmen.

75% der Crossovers (Abweichung von der randomisierten zu der durchgeführten Nahtform) erfolgte bei den elektiven Kaiserschnitten und die Narbendicke erwies sich in dieser Subgruppe nur in der As-treated-Analyse als signifikant unterschiedlich.

Diese genannten Aspekte könnten die Ergebnisse unserer Studie beeinflusst haben und aus diesem Grund muss sie im Kontext dieser Limitationen interpretiert werden.

5. Zusammenfassung

Dies ist die erste prospektive randomisierte Längsschnittstudie, die die Veränderungen der Uterusnarbe in den ersten zwei Jahren nach Sectio caesarea per transvaginaler Sonographie untersucht und dabei zwischen drei verschiedenen Nahttechniken zum Verschluss der Uterotomie unterscheidet:

1. Fortlaufende einreihige Naht
2. Fortlaufende durchschlungene einreihige Naht
3. Doppelreihige Naht

Unser Studienergebnis zeigt, dass bei den Frauen, die zum ersten Mal einen Kaiserschnitt bekamen oder elektiv sektioniert wurden, nach einem doppelten Nahtverschluss das Narbengewebe nach mindestens 6 Monaten post sectionem dicker ist als bei den Patientinnen mit fortlaufender durchschlungener einreihiger Naht. Nur bei den Erstsektionierten und elektiv sektionierten Patientinnen lässt sich dieser signifikante Unterschied zwischen den Nahttechniken feststellen.

Das nach sechs Wochen post sectionem noch kein signifikanter Unterschied hinsichtlich der Uterusnarbendicke zu erkennen ist, unterstützt die in mehreren Arbeiten geäußerte Vermutung, dass die Wundheilung zu diesem Zeitpunkt noch nicht abgeschlossen ist. Eine ödematöse Gewebsschwellung tritt bei allen drei Nahttechniken gleichermaßen auf und nimmt mit zunehmendem Abstand zur Operation ab. Mit einem zeitlichen Abstand von mindestens 6 Monaten zur Operation scheint der Heilungsprozess abgeschlossen und die Narbe ihre endgültige Dicke erreicht zu haben.

Um den Zusammenhang zwischen der sonographischen Narbendicke und dem Risiko einer Uterusruptur in einer Folgeschwangerschaft, insbesondere während eines Spontanpartus, zu bestätigen, bedarf es weiteren Studien.

Die Frage, ob ein dickeres Narbengewebe auf eine bessere Wundheilung und Stabilität schließen lässt und ob die Wahl der Naht zum Verschluss der Uterotomie einer Uterusruptur in Folgeschwangerschaft protektiv entgegen wirkt, kann mit unserer Studie nicht beantwortet werden.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Nahttechnik zum Verschluss der Uterotomie zumindest bei den Frauen, die zum ersten Mal oder elektiv sektioniert werden, signifikanten Einfluss nimmt auf die Narbendicke.

6. Literaturverzeichnis

1 Villar J, Valladares E, Wojdyla D, Zavaleta N, Carroli G, Velazco A, Shah A, Campodònico L, Bataglia V, Faundes A, Langer A, Narváez A, Donner A, Romero M, Reynoso S, de Pàdua KS, Giordano D, Kublickas M, Acosta A; WHO 2005 global survey on maternal and perinatal health research group. Caesarean delivery rates and pregnancy outcomes: the 2005 WHO global survey on maternal and perinatal health in Latin America. Lancet 2006; 367:1819-29.

2 CAESAR study collaborative group. Caesarean section surgical techniques: a randomised factorial trial (CAESAR). BJOG 2010; 117:1366-76.

3 The CORONIS Collaborative Group. Caesarean section surgical techniques (CORONIS): a fractional, factorial, unmasked, randomised controlled trial. Lancet 2013; published online May 28. http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(13)60441-9.

4 Gibbsons L, Belizan JM, Lauer JA, Betran AP, Merialdi M, Althabe F. Inequities in the use of cesarean section deliveries in the world. Am J Obstet Gynecol 2012; 206:331.e 1-19.

5 Statistisches Bundesamt, Pressemitteilung 23.10.2013, 2013.

6 Statistisches Bundesamt, Pressemitteilung 14.09.2015, 2015.

7 Berghella V, Baxter JK, Chauhan SP. Evidence-based surgery for caesarean delivery. Am J Obster Gynecol 2005; 193:1607-17.

8 DGGG- AWMF Leitlinien- Register Nr. 015/054, 2008.

9 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; 115:5-10.

10 Bujold E, Bujold C, Hamilton EF, Harel F, Gauthier RJ. The impact of a single-layer or double-layer closure on uterine rupture. Am J Obstet Gynecol 2002; 186:1326-30.

11 Chapman S, Owen J, Hauth J. One-versus two-layer Closure of a low transverse caesarean: The next pregnancy. Obstet Gynecol 1997; 89:16-8.

12 Estman NJ. The role of Frontier America in the development of caesarean section. Am J Obstet Gynecol 1932; 24:919-29.

13 Kerr JMM. The technique of cesarean section, with special reference to the lower uterine segment. Am J Obstet Gynecol 1926; 12:729-34.

14 Durnwald C, Mercer B. Uterine rupture, perioperative and perinatal morbidity after single-layer and double-layer closure at caesarean delivery. Am J Obstet Gynecol 2003; 189:925-9.

15 Pfaneuf LE. The technique of the transverse cervical caesarean section. Surg Gynecol Obstet 1931; 53:202-4.

16 Cunningham FG, MacDonald PC, Gant NF, Leveno KJ, Gilstrap LC III. Williams obstetrics. 19th ed. Norwalk, Connecticut: Appleton & Lange, 1993.

17 Depp R. Cesarean delivery and other surgical procedures. In: Gabbe SG, Niebyl JR, Simpson JL, eds. Obstetrics: Normal and problem pregnancies. 2nd ed. New York: Churchill Livingstone, 1991:635-91.

18 Stark M, Der Kaiserschnitt, Indikation-Hintergründe-Operatives Managment der Misgav-Ladach-Methode. S.20.

19 Stark M, Chavkin Y, Kupfersztain C, Guedj P, Finkel AR. Evaluation of combinations of procedures in caesarean section. Int J Gynecol Obstet 1995; 48:273-6.

20 Holmgren G, Sjöholm L, Stark M. The Misgav Ladach method for caesarean section: method description. Acta Obstet Gynecol Scand 1999; 78:615-21.

21 Guise JM, Hashima J, Osterweil P. Evidence-based vaginal birth after Caesarean section. Best Prac Res Clin Obstet Gynecol 2005; 19:117-30.

22 Stark M, Der Kaiserschnitt, Indikation-Hintergründe-Operatives Managment der Misgav-Ladach-Methode. S.95.

23 Menacker F. Trends in caesarean rates for first births and repeat caesarean rates for low-risk women: United States, 1990-2003. Natl Vital Stat Rep 2005; 54:1-8.

24 Hamar BD, Saber SB, Cackovic M, Magloire LK, Pettker CM, Abdel-Razeq SS, Rosenberg VA, Buhimschi IA, Buhhimschi CS. Ultrasound evaluation of the uterine scar after caesarean delivery: a randomized controlled trial of one-and two-layer closure. Obstet Gynecol 2007; 110:808-13.

25 Landon MB, Hauth JC, Leveno KJ, Spong CY, Leindecker S, Varner MW, Moawad AH, Caritis SN, Harper M, Wapner RJ, Sorokin Y, Miodovnik M, Peaceman AM, O'Sullivan MJ, Sibai B, Langer O, Thorp JM, Ramin SM, Mercer BM, Gabbe SG; National Institute of Child Health and Human Development Maternal-Fetal Medicine Units Network. Maternal and perinatal outcomes associated with a trial of labor after prior caesarean delivery. N Engl. J Med 2004; 351:2581-9.

26 Roos T. Vaginale Geburt bei Status nach Sectio. Gynäkologie 2013; 2:18-22.

27 Roos T. Vaginale Geburt bei Status nach Sectio. Gynäkologie 2013; 3:31-37.

28 Mercer BM, Gilbert S, Landon MB, Spong CY, Leveno KJ, Rouse DJ, Varner MW, Moawad AH, Simhan HN, Harper M, Wapner RJ, Sorokin Y, Miodovnik M, Carpenter M, Peaceman A, O`Sullivan MJ, Silbai BM, Langer O, Thorp JM, Ramin SM; National Institute of Child Health and Human Development

Maternal- Fetal Medicine Units Network. Labor outcomes with increasing number of prior vaginal births after cesarean delivery. Obstet Gynecol 2008; 111:285-91.

29 Rozenberg P, Goffinet F, Philippe H, Nisand I. Ultrasonographic measurement of lower uterine segment to assess risk of defects of scarred uterus. Lancet 1996; 347:281-84.

30 Flamm BL. Cesarean section: A worldwide epidemic? Birth 2000; 27:139-140.

31 Scioscia M, Vimercati A, Cito L, Chironna E, Scattarella D, Selvaggi LE. Social determinants of the increasing caesarean section rate in Italy. Minerva Ginecol 2008; 60:115-120.

32 Koroukian SM. Relative risk of postpartum complications in the Ohio Medicaid population: vaginal versus cesarean delivery. Med Care Res Rev 2004; 61: 203-224.

33 Vimala N, Mittal S, Kumar S. Sublingual misoprostol versus oxytocin infusion to reduce blood loss at cesarean section. Int J Gynecol Obstet 2006; 92:106-10.

34 Waterstone M, Bewley S, Wolfe C. Incidence and predictors of severe obstetric morbidity: case-control study. BMJ 2001.322:1089-93.

35 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 Obstet Gynecol Scand 2003; 82: 251-6.

36 Eisenkop SM, Richman R, Platt LD, Paul RH. Urinary tract injury during cesarean section. Obstet Gynecol 1982; 60:591-96.

37 Phipps MG, Watabe B, Clemons JL, Weitzen S, Myers DL. Risk factors for bladder injury during cesarean delivery. Obstet Gynecol 2005; 105:156-60.

38 Rajasekar D, Hall M. Urinary tract injuries during obstetric intervention. Br J Obstet Gynecol 1997; 104:731-34.

39 Hawkins JL, Koonin LM, Palmer SK, Gibbs CP. Anesthesia- related deaths during obstetric delivery in the United States, 1979-1990. Anesthesiology 1997; 86:277-84.

40 Liu S, Heaman M, Joseph KS, Liston RM, Huang L, Sauve R, Kramer MS; Maternal Health Study Group of the Canadian Perinatal Surveillance System. Risk of maternal postpartum readmission associated with mode of delivery. Obstet Gynecol 2005; 105:836-42.

41 Smaill F, Hofmeyr GJ. Antibiotic prophylaxis for cesarean section. Cochrane Database Syst Rev 2002; (3):CD000933.

42 Ceci O, Cantatore C, Scioscia M, Nardelli C, Ravi M, Vimercati A, Bettocchi S. Ultrasonographic and hysteroscopic outcomes of uterine scar healing after caesarean section: Comparison of two types of single-layer suture. Journal of Obstetrics and Gynaecology Research 2012.doi:10.1111/j.1447-0756.2012.01872.x.

43 Bujold E, Goyet M, Marcoux S, Brassard N, Cormier B, Hamilton E, Abdous B, Sidi EA, Kinch R, Miner L, Masse A, Fortin C, Gagné 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; 116:43-50.

44 Bujold E, Gauthier RJ. Neonatal morbidity associated with uterine rupture: what are the risk factors? Am J Obstet Gynecol 2002;186:311-4.

45 Grosetti E, Vardon D, Creveuil C, Herlicoviez M, Dreyfus M. Rupture of the scarred uterus. Acta Obstet Gynecol Scand 2007; 86:572-78.

46 Spong CY, Landon MB, Gilbert S, Rouse DJ, Leveno KJ, Varner MW, Moawad AH, Simhan HN, Harper M, Wapner RJ, Sorokin Y, Miodovnik M, Carpenter M,

Peaceman AM, O'Sullivan MJ, Sibai BM, Langer O, Thorp JM, Ramin SM, Mercer MB; National Institute of Child Health and Human Development (NICHD) Maternal-Fetal Medicine Units (MFMU) Network. Risk of uterine rupture and adverse perinatal outcome at term after caesarean delivery. Obstet Gynecol 2007; 110:801-7.

47 Farmer RM, Kirschbaum T, Potter D, Strong TH, Medearis AL. Uterine rupture during trial of labor after previous caesarean section. Am J Obstet Gynecol 1991; 165:996-1001.

48 Eden RD, Parker RT, Gall SA. Rupture of the pregnant uterus: A 53 year review. Obstet Gynecol 1986; 68:671-4.

49 Stark M, Der Kaiserschnitt, Indikation-Hintergründe-Operatives Managment der Misgav-Ladach-Methode. S.281.

50 Landon MB, Spong CY, Thom E, Hauth JC, Bloom SL, 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; National Institute of Child and Human Development Maternal-Fetal Medicine Units Network. Risk of uterine rupture with a trial of labor in women with multiple and single prior cesarean delivery. Obstet Gynecol 2006; 108:12-20.

51 de Costa C. Vaginal birth after classical Caesarean section. Aust N Z J Obstet Gynaecol 2005; 45:182-6.

52 Macones GA, Peipert J, Nelson DB, Odibo A, Stevens EJ, Stamilio DM, Pare E, Elovitz M, Sciscione A, Sammel MD, Ratcliffe SJ. Maternal complications with vaginal birth after cesarean delivery: a multicenter study. Am J Obstet Gynecol 2005; 193:1656-62.

53 Kiss D, Györik J, Rajkovits K. Histologische Untersuchung der Uteruswundheilung nach Schnittentbindung. Zbl. Gynäkologie 100 (1978) 309-312.

54 Guise JM, McDonagh MS, Osterweil P, Nygren P, Chan BK, Helfand M. Systematic review of the incidence and consequences of uterine rupture in women with previous caesarean section. BMJ 2004; 329:19-25.

55 Sen S, Malik S, Salhan S. Ultrasonographic evaluation of lower uterine segment thickness in patients of previous cesarean section. Int J Gynecol Obstet 2004; 87:215-9.

56 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.

57 Pritchard JA, MacDonald PC. Cesarean section and cesarean hysterectomy. In: Pritchard JA, MacDonald PC, editors. Williams´obstetrics. 15th ed. New York: Appleton-Century-Crofts; 1976. P. 903-23.

58 Kok N, Wiersma I, Opmeer B, de Graaf I, Mol B, Pajkrt E. Sonographic evaluation of the lower uterine segment in pregnant women with prior Caesarean section, a systematic review. Ultrasound in Obstetrics and Gynecology 2012; 40:55-170.

59 Jelsema R, Wittingen J, Vander Kolk K. Continuous, nonlocking, single-layer repair of the low transverse uterine incision. The Journal of Reproductive Medicine 1993; 38:393-96.

60 Hohlagschwandtner M, Chalubinski K, Nather A, Husslein P, Joura EA. Continous vs interrupted sutures for single-layer closure of uterine incision at cesarean section. Arch Gynecol Obstet 2003; 268:26-8.

61 Popov I, Stoikov S, Bakurdzhiev G, Khristova P. A single-stage 2-layer suture in cesarean section- the effect of the surgical technic on postoperative febril conditions. Akush Ginekol (Sofia) 1994; 33:13-5.

62 Heidenreich W, Brüggenjürgen K. Modified Sarafoff suture for single layer closure of uterotomy in cesarean section. A prospective study. Zentralbl Gynakol 1995; 117:40-4.

63 Tischendorf D. Die einschichtige Uterusnaht bei Sectio caesarea. Geburtshilfe Frauenheilkd 1987; 47:117-120.

64 Yasmin S, Sadaf J, Fatima N. Impact of Methods for uterine incision closure on repeat caesarean section scar of lower uterine segment. Journal of the college of Physicians and Surgeons Pakistan 2011; 21:522-6.

65 Koutsougeras G, Karamanidis D, Chimonis G, Gottas N, Polydorou A, Elmazis Ch, Chattzidis B. Evaluation during early puerperium of the low transverse incision after cesarean section through vaginal ultrasonography. Clinical and Experimental Obstetrics and Gynecology 2003; 30:245-247.

66 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. J Nippon Med Sch 2000; 67:352-6.

67 Michaels WH, Thompson HO, Boutt A, Schreiber FR, Michaels SL, Karo J. Ultrasound diagnosis of defects in the scarred lower uterine segment during pregnancy. Obstet Gynecol 1988; 71:112-20.

68 Sambaziotis H, Conway C, Figueroa R, Elimian A, Garry D. Second-trimester sonographic comparison of the lower uterine segment in pregnant women with and without a previous cesarean delivery. J Ultrasound Med 2004; 23:907-11.

69 Osser O, Valentin J and L. High prevalence of defects in Cesarean section scars at transvaginal ultrasound examination. Internacional society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology 2009; 34:90-97.

70 Cheung V, Constantinescu O, Ahluwalia B. Sonographic Evaluation of the lower uterine segment in patients with previous caesarean delivery. Journal of Ultrasound in Medicine 2004; 23:1441-1447.

71 Hebisch G, Kirkinen P, Haldemann R, Pääkköö E, Huch A, Huch R. Comparative study oft he lower uterine segment after Cesarean section using ultrasound and magnetic resonance tomography. Ultraschall Med 1994; 15:112-6.

72 Tucker JM, Hauth JC, Hodgkins P, Owen J, Winkler CL. Trial of labor after a one- or two-layer closure of a low transverse uterine incision. Am J Obstet Gynecol 1993; 168:545-6.

73 Glavind J, Madsen LD, Uldbjerg N, Dueholm M. Ultrasound evaluation of the caesarean scar after single-and double-layer uterotomy closure: a cohort study. Ultrasound Obstet Gynecol 2013; 42:207-12.

74 Shipp TD, Lieberman E. Impact of single- or double- layer closure on uterine rupture. Am J Obstet Gynecol 2003; 188:601.

75 Vidaeff AC, Lucas MJ. Impact of single-or double layer closure on uterine rupture. Am J Obstet Gynecol 2003; 188:602-603.

76 Vikhareva Osser O, Valentin L. Clinical importance of appearance of caesarean hysterotomy scar at transvaginal ultrasonography in nonpregnant women. Obstet Gynecol 2011; 117:525-32.

77 Hudic I, Bujold E, Fatusic Z, Roberge S, Mandzic A, Fatusic J. Risk of uterine rupture following locked vs unlocked single-layer closure. Med Arch 2012; 66:412-4.

78 Ceci O, Scioscia M, Bettocchi S, Cantatore C, Nardelli C, Laera A, Vimercati A. Ultrasound evaluation of the uterine scar after cesarean delivery: a randomized controlled trial of one- and two-layer closure. Obstet Gynecol 2008; 111:452.

79 Cruikshank DP. The impact of single- or double layer closure on uterine rupture. Am J Obstet Gynecol 2003; 188:295-6.

80 Naji O, Abdallah Y, Bij De Vaate AJ, Smith A, Pexsters A, Stalder C, McIndoe A, Ghaem-Maghami S, Lee C, Brolmann HA, Huirne JA, Timmerman D, Bourne T. Standardized approach for imaging and measuring Caesarean section scars using ultrasonography. Ultrasound Obstet Gynecol 2012; 39:252-9.

81 Ofili-Yebovi D, Ben-Nagi J, Sawyer E, Yazbek J, Lee C, Gonzalez J, Jurkovic D. Deficient lower-segment Cesarean section scars: prevalence and risk factors. Ultrasound Obstet Gynecol 2008; 31:72-7.

82 Spong C.Y., Queenan J.T. Uterine scar Assessment- How should it be done before trial of labor after caesarean delivery? Gynecol y Obstet 2011; 117:521-2.

83 Hauth JC, Owen J, Davis RO. Transverse uterine incision closure: One versus two layers. American Journal of Obstetrics and Gynecology 1992; 167:1108-11.

84 Enkin MW, Wilkinson C. Single versus two layer suturing for closing the uterine incision at caesarean section. Cochranbase Syst Rev 2000; (2):CD000192.

85 Sevket O, Ates S, Molla T, Ozkal F, Uysal O, Dansuk R. Hydrosonographic assessment of the effects of 2 different suturing techniques on healing oft he uterine scar after cesarean delivery. Int J Gynaecol Obstet 2014; 125:219-222.

86 The CORONIS Collaborative Group. Caesarean section surgical techniques: 3 year follow-up of the CORONIS fractional, factorial, unmasked, randomised controlled trial. Lancet 2016; 388:62-72.

87 Dicle O, Kucukler C, Pirnar T, Erata Y, Posaci C. Magnetic resonance imaging evaluation of incision healing after cesarean sections. Eur Radiol 1997; 7:31-34.

88 Guise JM, Denman MA, Emeis C, Marshall N, Walker M, Fu R, Janik R, Nygren P, Eden KB, McDonagh M. Vaginal birth after cesarean: new insights on maternal an neonatal outcomes. Obstet Gynecol 2010; 115:1267-78.

89 Gyamfi C, Juhasz G, Gyamfi P, Blumenfeld Y Stone J. Single- versus double layer uterine incision closure and uterine rupture. J Matern Fetal Neonatal Med 2006; 19:639-643.

90 Caesarean Section National Institute for Health and Clinical Excellence (NICE). Edited by London, Royal College of Obstetricians and Gynaecologists. 2011. www.nice.org.uk/guidance/CG13

7. Eidesstattliche Erklärung

„Ich, Verena Bujak, versichere an Eides statt durch meine eigenhändige Unterschrift, dass ich die vorgelegte Dissertation mit dem Thema: *Der Effekt auf die Narbendicke nach einschichtigem oder zweischichtigem Verschluss der Uterotomie bei der Sectio Caesarea: Eine prospektiv randomisierte Studie* 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 beruhen, sind als solche in korrekter Zitierung kenntlich gemacht. Die Abschnitte zu Methodik und Resultaten entsprechen den URM und werden von mir verantwortet.

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

Hamburg, 05.07.201 Verena Bujak

8. Lebenslauf

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

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

9. Danksagung

An dieser Stelle möchte ich meinen besonderen Dank nachstehenden Personen entgegen bringen:

Für die Überlassung des Themas, die gute Zusammenarbeit, sowie für die Betreuung und Korrektur der Arbeit möchte ich mich ganz besonders bei meinem Doktorvater und Betreuer PD Dr. med. C. Bamberg bedanken.

Des Weiteren möchte ich mich bei den Frauen bedanken, die an der Studie teilnahmen, und diese Arbeit möglich gemacht haben.

Mein unermesslicher Dank gilt meinen Eltern, Hannelore und Peter Bujak, die mich nicht nur bei der Durchführung meiner Promotionsarbeit, sondern auch während meines Studiums unterstützten und mich stets in meinen Zielen bestärken.

Bedanken möchte ich mich auch bei meinen Geschwistern, Vanessa und Paul Bujak, sowie meinem Mann, Antonio Rios Romero, für ihre Unterstützung und Motivation.