

Kinderklinik und Poliklinik des Klinikums
Schwabing

der Technischen Universität München
Klinikum rechts der Isar

(Direktor: Univ.-Prof. Dr. St. Burdach)

Angeborene Herzfehler und Arrhythmien bei Risiko- und
Nichtrisikoschwangerschaften – prospektive und retrospektive
Untersuchung zu ihrer Inzidenz im fetalen Ultraschall

Omar Qattawi

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Medizin
der Technischen Universität München zur Erlangung des akademischen Grades eines
Doktors der Medizin
genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Univ.-Prof. Dr. D. Neumeier

Prüfer der Dissertation:

1. Univ.-Prof. Dr. R. M. Oberhoffer
2. Univ.-Prof. Dr. K.-Th. M. Schneider

Die Dissertation wurde am 26.09.2005 bei der Technischen Universität München
eingereicht und durch die Fakultät für Medizin am 08.02.2006 angenommen.

Inhaltsverzeichnis

Benutzte Abkürzungen	3
1 Einleitung	4
2 Theoretische Grundlagen	7
2.1 Die fetale Echokardiographie	7
2.1.1 Sonographische Methoden	7
2.1.1.1 B-Bild-Verfahren (2-D-Real-Time-Technik)	8
2.1.1.2 M-Mode-Verfahren (Time motion)	9
2.1.1.3 Doppler-Echokardiographie	11
2.1.1.3.1 Gepulste Doppler-Echokardiographie	11
2.1.1.3.2 Farbkodierte Doppler-Echokardiographie	11
2.1.2 Einstellungsachsen in der fetalen Echokardiographie	13
2.1.2.1 Vierkammerblick	13
2.1.2.2 Fünfkammerblick	17
2.1.2.3 Kurze Achse	18
2.1.2.4 Aorten und Ductusbogen	20
2.1.2.5 Venotriale Konnektion	21
2.1.2.6 Dopplerechokardiographie	21
2.2 Indikationen	22
2.3 Grenzen	23
3 Prospektive Studie	24
3.1 Studiendesign	24
3.2 Erstellung des Risikokollektivs	25
3.3 Verlauf der Studie	26
3.3.1 Datum der Untersuchung	26
3.3.2 Hauptuntersucher	26
3.3.3 Vorgehen bei der Befunderhebung	26
3.3.4 Diagnosesicherung und Verlauf	27
3.3.5 Einteilung der angeborenen Herzfehlbildungen und Arrhythmien	28
3.3.6 Vergleich von prä- und postnataler Diagnose	28
3.4 Datenbankerstellung	29
4 Retrospektive Studie	32
5 Ergebnisse	33
5.1 Inzidenz fetaler kardialer Anomalien	33
5.1.1 Inzidenz fetaler kardialer Anomalien im prospektiven Patientenkollektiv	33
5.1.1.1 Globale Inzidenz (Risiko und Nichtisiko) (prospektiv)	33
5.1.1.1.1 Globale Inzidenz der Herzvitien und Arrhythmien	33
5.1.1.1.2 Globale Inzidenz der Herzvitien (ohne Arrhythmien)	34
5.1.1.2 Inzidenz fetaler kardialer Anomalien für Risiko- und Nichtrisikoschwangerschaften im prospektiven Kollektiv	34
5.1.1.2.1 Inzidenz fetaler kardialer Anomalien innerhalb des Non-High-Risk-Kollektivs (prospektiv)	34
5.1.1.2.1.1 Inzidenz der Herzvitien und Arrhythmien innerhalb des Non- High-Risk-Kollektivs	34
5.1.1.2.1.2 Inzidenz der Herzvitien (ohne Arrhythmien) innerhalb des Non-High-Risk-Kollektivs	35
5.1.1.2.2 Inzidenz fetaler kardialer Anomalien innerhalb des High-Risk-Kollektivs (prospektiv)	36
5.1.1.2.2.1 Inzidenz der Herzvitien und Arrhythmien innerhalb des High-Risk-Kollektivs	36
5.1.1.2.2.2 Inzidenz der Herzvitien (ohne Arrhythmien) innerhalb des High-Risk-Kollektivs	36
5.1.2 Inzidenz fetaler kardialer Anomalien im retrospektiven Patientenkollektiv	37
5.1.2.1 Globale Inzidenz (Risiko und Nichtisiko)	37
5.1.2.1.1 Globale Inzidenz der Herzvitien und Arrhythmien	37
5.1.2.1.2 Globale Inzidenz der Herzvitien (ohne Arrhythmien)	37
5.1.2.2 Inzidenz fetaler kardialer Anomalien für Risiko- und Nichtrisikoschwangerschaften im retrospektiven Kollektiv	38
5.1.2.2.1 Inzidenz fetaler kardialer Anomalien innerhalb des Non-High-Risk-Kollektivs (retrospektiv)	38
5.1.2.2.1.1 Inzidenz der Herzvitien und Arrhythmien innerhalb des Non- High-Risk-Kollektivs	38
5.1.2.2.1.2 Inzidenz der Herzvitien (ohne Arrhythmien) innerhalb des Non-High-Risk-Kollektivs	38
5.1.2.2.2 Inzidenz fetaler kardialer Anomalien innerhalb des High-Risk-Kollektivs (retrospektiv)	39
5.1.2.2.2.1 Inzidenz der Herzvitien und Arrhythmien innerhalb des High-Risk-Kollektivs	39
5.1.2.2.2.2 Inzidenz der Herzvitien (ohne Arrhythmien) innerhalb des High-Risk-Kollektivs	40
5.2 Verteilung der zur Diagnose fetaler Herzfehler führenden Einstellungsachsen	40
5.2.1 Verteilung der zur Diagnose führenden Einstellungsachsen - Prospektiv	40
5.2.2 Verteilung der zur Diagnose führenden Einstellungsachsen- Retrospektiv	42
5.3 Vergleichende Gegenüberstellung der Ergebnisse der prospektiven und der retrospektiven Studie	44
5.3.1 Vergleich der globalen Inzidenz zwischen prospektiver und retrospektiver Studie	45
5.3.1.1 Vergleich der globalen Inzidenz der fetalen kardialen Herzanomalien mit Arrhythmien	45
5.3.1.2 Vergleich der globalen Inzidenz der fetalen kardialen Vitien (ohne Arrhythmien)	45

5.3.2	Vergleich der Inzidenz im Non-High-Risk-Kollektiv zwischen prospektiver und retrospektiver Studie	46
5.3.2.1	Vergleich der Inzidenz der fetalen kardialen Herzanomalien und Arrhythmien im Non-High-Risk-Kollektiv	46
5.3.2.2	Vergleich der Inzidenz der fetalen kardialen Vitien (ohne Arrhythmien) im Non-High-Risk-Kollektiv	46
5.3.3	Vergleich der Inzidenz im High-Risk-Kollektiv zwischen prospektiver und retrospektiver Studie	47
5.3.3.1	Vergleich der Inzidenz der fetalen kardialen Vitien und Arrhythmien im High-Risk-Kollektiv	47
5.3.3.2	Vergleich der Inzidenz der fetalen kardialen Vitien (ohne Arrhythmien) im High-Risk-Kollektiv	47
5.3.4	Vergleich der Einstellungsachsen des prospektiven und retrospektiven Kollektivs	48
6	Diskussion.....	50
6.1	Methodik des Studienaufbaus.....	50
6.1.1	Besonderheiten in der Methodik der prospektiven Studie.....	50
6.1.2	Besonderheiten in der Methodik der retrospektiven Studie	51
6.1.3	Besonderheiten in der Methodik des Vergleichs	51
6.2	Diskussion der Ergebnisse	52
6.2.1	Vergleich der globalen Inzidenz.....	52
6.2.2	Vergleich der Inzidenz innerhalb High-Risk- und Non-High-Risk-Kollektiven.....	53
6.2.3	Vergleich der Inzidenz im High-Risk- bzw. Non-High-Risk-Kollektiv zwischen beiden Studien	54
6.2.4	Erforderliche Einstellungsachsen und Methoden	54
6.3	Konsequenzen	56
7	Zusammenfassung	58
8	Literaturverzeichnis.....	60
9	Abbildungsverzeichnis	68
10	Danksagung	72

Benutzte Abkürzungen

ASD	Atriumseptumdefekt
AV	Atrioventrikular
HLHS	Hypoplastisches-Linksherz-Syndrom
Spm	Schläge pro Minute
SVES	Supraventrikuläreextrasystolen
SVT	Supraventrikuläre Tachykardie
TGA	Transposition der großen Arterien
VSD	Ventrikelseptumdefekt(e)

1 Einleitung

In Deutschland werden jedes Jahr etwa 6000 Kinder mit Herzfehlern geboren (44), (36). Bis vor einigen Jahren konnte relativ wenig für Ungeborene mit anatomischen kardialen Abnormalitäten getan werden. Heutzutage stellen verbesserte fetale Sonographie in Verbindung mit einem höheren Verständnis der fetalen Pathophysiologie die Voraussetzungen für eine Therapie des Fetus dar (2). Zudem tragen optimierte Sonographiemethoden und hochauflösende Ultraschallgeräte dazu bei, das perinatale Management sowie postnatale Behandlungsmethoden zielgerichteter planen zu können.

So sind im Jahre 1991 in Deutschland von 100 000 Geburten noch 911 Kinder wegen eines unbehandelbaren angeborenen Herzfehlers verstorben, während es 2001 nur noch 504 Kinder von 100 000 waren. (66).

Die bedeutendste und meist angewendete nicht-invasive Technik zur Beurteilung des menschlichen Fetus ist der Ultraschall, dessen Anwendung über den gesamten Schwangerschaftsverlauf hinweg dienlich sein kann. In den Mutterschaftsrichtlinien sind drei Ultraschallscreenings vorgesehen, wobei im zweiten Screening in der 19. bis 23. Woche Anzeichen für das Bestehen fetaler Entwicklungsstörungen abgefragt werden (61). Im Ultraschall ist eine detaillierte anatomische Begutachtung des Fetus inbegriffen und wenn er eine Echokardiographie zumindest in Form eines Vierkammerblicks beinhaltet, ist dies eine gute Möglichkeit, viele Formen kongenitaler Herzfehler zu entdecken (51). In Bezug auf kardiale Fehlbildungen wird die Sensitivität der Ultrasonographie mit 85% und deren Spezifität mit 95% bis 99,9% angegeben (34), (56). Die Echokardiographie gilt derzeit als verlässlichste Technik zur Erkennung kardialer Fehlbildung des Feten. Mittels dieses Verfahrens können angeborene Herzfehler pränatal bereits ab der 18. Schwangerschaftswoche diagnostiziert werden (52). Die korrekte pränatale Diagnose kann laut neueren Studien nicht nur das perinatale Management optimieren, sondern zudem das präoperative und chirurgische Outcome verbessern (12), (8), (53), (38). Leider kommt es häufig vor, dass die primär behandelnden Ärzte im Rahmen der Schwangerschaftsvorsorge nicht vollständig in der Lage sind, die Befunde ausreichend zu analysieren. Obwohl Auffälligkeiten diagnostiziert werden, kommt es oftmals nicht zu einer Überweisung an entsprechende Spezialisten (33). Auch Buskens et al. (10) sprechen von unzureichenden Routineuntersuchungen, die kaum in der Lage sind, Herzanomalien zu erkennen. Gembruch und Chaoui (26)

postulieren, dass zumindest Patientinnen, die einer Hochrisikogruppe zugeordnet werden können, einer detaillierten fetalen Echokardiographie an auf die Diagnose fetaler Herzfehler spezialisierten Zentren mit allen zur Verfügung stehenden Methoden unterzogen werden sollen. Dennoch wird die vorgeburtliche Ultraschalluntersuchung des fetalen Herzens selbst bei Risikoschwangerschaften in Deutschland selten angeboten. Im Fehlbildungsscreening der Pränataldiagnostiker ist die sonographische Dokumentation des fetalen Vierkammerblicks des Herzens zumindest in Deutschland nicht vorgeschrieben. Man kann also schlussfolgern, dass dadurch viele fetale Anomalien des Herzens dem Nachweis entgehen und folglich unerkannt bleiben.

Schon 1987 wurde der Vierkammerblick als nützlich in der Erkennung von strukturellen Herzfehlern erkannt, und vorgeschlagen, ihn als Routineuntersuchung in der Pränataldiagnostik einzuführen (18). Der Vierkammerblick kann auch durch einen nicht auf die fetale Echokardiographie spezialisierten Untersucher schnell eingestellt werden und mit einiger Übung auch gut beurteilt werden. Somit eignet sich diese Schnittebene zur minimalen Screeninguntersuchung des fetalen Herzens (24), (47). In einigen Ländern trug die gezielte kinder-kardiologische Schulung der Pränataldiagnostiker im Vierkammerblick dazu bei, die diagnostische Erkennungsrate fetaler Herzfehler zu steigern (46), obwohl nur etwa 40% der kardialen Fehlbildungen in diesem Modus erkennbar sind (25).

Aus der Tatsache, dass sich die Inzidenz fetaler Herzfehler bislang ausschließlich durch die postnatal bekannten Zahlen kardialer Fehlbildungen definierte, erwuchs der Gedanke nach einer prospektiven Studie, die der Erhebung der vorgeburtlichen kardialen Fehlbildungsinzidenz von so genannten Risikoschwangerschaften dienen soll. Die Inzidenz fetaler Herzfehlbildungen geht demgemäß aus zumeist lediglich retrospektiven Studien, die auch die Entdeckung von Herzfehlern durch kinder-kardiologische bzw. autoptische Untersuchungen mit einschließen, hervor. Daher war es unser Ziel, mit der vorliegenden Studie eine prospektive Erhebung der pränatalen kardialen Fehlbildungsinzidenz bei Unterscheidung von so genannten Risikoschwangerschaften sowie der Aufdeckung der fetalen Herzfehler und Arrhythmien zu erstellen. Parallel dazu wurden retrospektive Daten zusammengetragen, mittels derer eine Gegenüberstellung der Inzidenzen, sowie der

Erkennungsraten durch die verschiedenen Einstellungsachsen beider Studien vergleichend ermöglicht werden sollte.

Zudem sollte die Validität der fetalen Echokardiographie in Bezug auf Sensitivität und Spezifität geprüft werden. Dies sollte durch Vergleich der prä- und postpartalen Echokardiographiefunde in der prospektiven Studie geschehen. Leider konnte aufgrund mangelnder Compliance der Patienten keine Auswertung dahingehend durchgeführt werden.

Mit den Erkenntnissen aus den gewonnenen Daten sollte die Hypothese bewiesen werden, dass in Hochrisikoschwangerschaften fetale Herzfehler häufiger vorkommen. Somit kann die oben genannte Forderung unterstrichen werden, dass zumindest Hochrisikoschwangerschaften von der fetalen Echokardiographie profitieren können. Außerdem soll dies in einem späteren Schritt dazu beitragen, den zuweisenden Kollegen in der Praxis ein Teaching-Programm anzubieten, das die Qualität der pränatalen Diagnostik angeborener Herzfehler verbessern hilft.

Im Rahmen der vorliegenden prospektiven Studie wurden alle pränatal diagnostizierten Herzfehler und Arrhythmien von einem Pränatalzentrum und zwei Praxen mit Degum II-Zertifizierung im Zeitraum von 01.08.97 bis 31.07.98 ermittelt. Neben der Inzidenz der Vitien wurde deren Risikozugehörigkeit in standardisierter Form erfasst. Mittels fetaler Echokardiographie wurden beim Patientengut der prospektiven Studie kardiale Anomalien in ihrer Häufigkeit und Art definiert und entsprechenden echokardiographischen Einstellungsachsen zugeordnet.

In der retrospektiven Studie dieser Arbeit wurden alle diagnostizierten fetalen kardialen Fehlbildungen im Zeitraum vom 1.01.96 bis 31.07.97 von der Pränataldiagnostik des Klinikums Rechts der Isar, sowie der Kinderkardiologie der TU München ermittelt. Ebenso erfolgte eine Erfassung von Inzidenz der Vitien nach Risikozugehörigkeit als auch eine Einteilung nach den echokardiographischen Einstellungsachsen.

Im folgenden theoretischen Teil dieser Arbeit wird geklärt, welche echokardiographischen Einstellungsachsen und Methoden für das Erkennen welcher Herzfehler mindestens notwendig sind; das Wissen des Untersuchers über die Auswirkungen der Anwendung dieser Modi kann somit als Voraussetzung für das Erkennen kardialer Fehlbildungen gesehen werden (16).

2 Theoretische Grundlagen

Eines von hundert Neugeborenen leidet unter einer zu den häufigsten kongenitalen Fehlbildungen zählenden Herzanomalie (32), (48). Kongenitale Herzanomalien bei Neugeborenen stellen eine erheblich erhöhte neonatale Morbidität und Mortalität dar (42), (55). In 50 % der Todesfälle von Neugeborenen mit kongenitaler Missbildung sind strukturelle Herzfehler beteiligt (11).

Fast ein Drittel der Organfehlbildungen bei Neugeborenen gehören zu der Gruppe der angeborenen Herzfehler (11), (57). Beim Einsatz der fetalen Echokardiographie ergaben retrospektive Untersuchungen einen Anteil von Herzfehlern und Arrhythmien bei 13,5 % aller pränatal sonographisch erfassten Fehlbildungen, die in Zusammenarbeit mit einem DEGUM III - Zentrum der Pränataldiagnostik erfasst wurden (40).

2.1 Die fetale Echokardiographie

Die fetale Echokardiographie ist eine Untersuchungsmethode, deren diagnostische Aussagekraft sich im letzten Jahrzehnt entscheidend verbessert hat (23), (19). Die kontinuierliche Fortentwicklung hochauflösender Ultraschallgeräte, die, zusätzlich zur zweidimensionalen Darstellung des Herzens und der großen Gefäße, auch eine dopplersonographische und farbdopplersonographische Untersuchung des fetalen Kreislaufs erlauben, hat dies ermöglicht (5), (4), (39), (43), (45).

2.1.1 Sonographische Methoden

In der fetalen kardiologischen Sonographie werden sowohl Linear- als auch Sector- bzw. Konvexscanner mit einer Grundfrequenz von 3,75 MHz eingesetzt (13). Jedem dieser beiden Verfahren sind Vor- und Nachteile anzurechnen, so dass oft beide zum Einsatz kommen. In der dorsoposterioren Lage des Feten wird aber mittels eines 5-MHz-Transducer oft eine bessere Detailerkennbarkeit erzielt (13). Die Tatsache einer Herzanomalie ganz generell kann sonographisch innerhalb kurzer Zeit erkannt werden, während die Einordnung des Krankheitsbildes längere Zeit dauern kann (14), (41). Kommen außerdem abgeleitete Dopplerflussprofile hinzu, verlängert dies die Untersuchungsdauer noch zusätzlich (41).

Der Untersucher sollte immer davon ausgehen, dass:

- mehr als ein Defekt am fetalen Herzen erkannt werden kann (15).

- bei einer möglichen extrakardialen und chromosomalen Begleit anomalie die Prognose des Feten entscheidend beeinflusst werden kann.

Die Echokardiographie basiert auf 4 Säulen (13), die sich aus den verschiedenen Methoden der Untersuchung generieren, dem B-Bild-Verfahren, dem M-Mode-Verfahren, der Doppler-Echokardiographie und der farbkodierten Doppler-Echokardiographie, wie die folgende Abbildung veranschaulicht.

Die vier Säulen der fetalen Echokardiographie

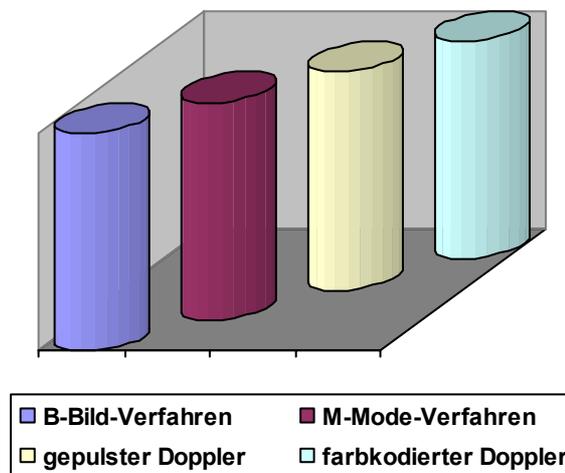


Abb.1 die vier Säulen der fetalen Echokardiographie

Um zu einer richtigen Diagnose zu gelangen und außerdem eine sichere Prognose zu gewährleisten, sollten diese Methoden angewandt werden (15). Allerdings kann gesagt werden, dass das M-Mode-Verfahren in der heutigen Zeit meist, gerade bei der Diagnose von Arrhythmien, durch die Dopplersonographie ersetzt werden kann.

2.1.1.1 B-Bild-Verfahren (2-D-Real-Time-Technik)

Das B-Bild-Verfahren wird für die meisten diagnostischen Fragestellungen angewandt und erstellt zweidimensionale Bilder der echogebenden Grenzflächen in Echtzeit.

Im B-Bild-Verfahren wird der Körper zeilenweise abgetastet. Die eingehenden Echosignale erscheinen als zweidimensionales Schnittbild auf dem Monitor.

Die Echos werden also im B-Mode, das heißt als leuchtdichtemodulierte Bildpunkte dargestellt. Beim Scanprinzip des parallelen und sektorförmigen Abtastens werden

Ultraschallbilder in Echtzeit, demzufolge Real-Time-Bilder mit Bildfolgefrequenzen zwischen 10 und 50 Hz gewonnen. (60)

Herzanomalien können mit dem B-Bild im Ultraschall während des Schwangerschaft-Screenings erkannt werden. Kardiomegalie oder auch Arrhythmie können dabei direkt auffallen, während andere Herzveränderungen einer genaueren Betrachtung des Herzens bedürfen (13).



Abb.2 Fetaler Transversalschnitt mit 4-Kammeransicht des Herzens

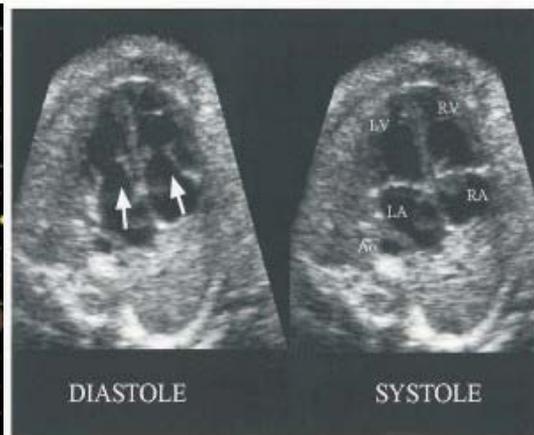


Abb.3 B-Bild Vierkammerblick in Systole und Diastole
LA= linker Vorhof, RA= rechter Vorhof, LV= linker Ventrikel,
RV= rechter Ventrikel, Ao= Aorta

2.1.1.2 M-Mode-Verfahren (Time motion)

In der frühen Zeit der Echokardiographie wurde das eindimensionale M-Mode-Verfahren zur Untersuchung des Herzrhythmus genutzt. Die fetale Nutzung ist erst seit der Markierung im B-Bild, mit der die genaue Lokalisation ausfindig gemacht wird und dadurch die abgeleiteten Kurven den entsprechenden kardialen Strukturen beizuordnen sind, durchführbar.

In der fetalen Echokardiographie hat das M-Mode-Verfahren eine relativ geringe Bedeutung, da ein Großteil der kongenitalen Vitien mit Hilfe der zweidimensionalen Sonographie besser zu erkennen ist. In der Pränataldiagnostik wird das M-Mode-Verfahren jedoch häufig eingesetzt, um die Beweglichkeit des Herzens und damit die Vitalität des Fetus zu dokumentieren. Diese Methode ist deshalb auch vor dem Hintergrund der juristischen Forderung nach einer lückenlosen Befunddokumentation zu tätigen.

Zusätzlich können im Vergleich zur B-Bild-Methode im M-Mode Herzmorphologie, wie Septum- und Myokarddicke, die verschiedenen Lumina in Systole und Diastole, als auch Wand- und Klappenbewegungen, wie die Funktionen der atrioventrillulären

Klappen, die Durchmesser der aortalen und pulmonalen Klappen und sogar die Prüfung des offenen Foramen ovale, zuverlässiger quantifiziert werden (30).

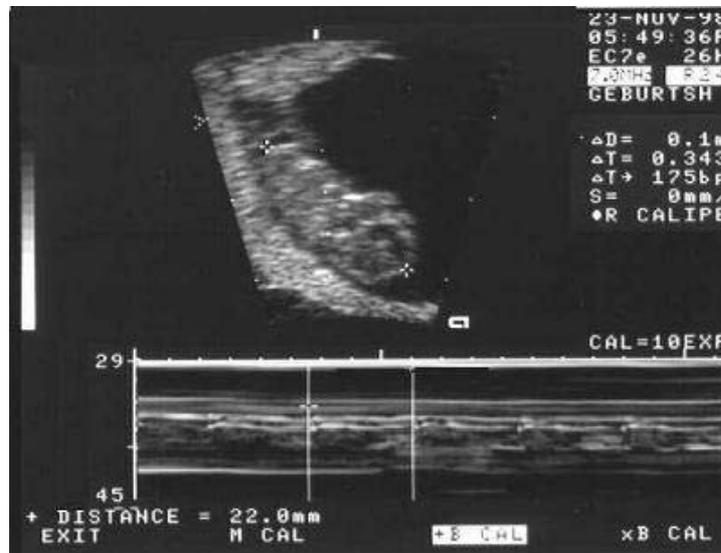


Abb.4 Schädelsteißlänge eines Feten in der 8+5 Schwangerschaftswoche über Transvaginalschall mit M-Mode des fetalen Herzens

Ein senkrechter Winkel zwischen der M-Mode-Markierung und der langen Herzachse ist für eine exakte Befunderhebung unerlässlich. Fetale Arrhythmien lassen sich unter dem Einsatz des M-Mode-Verfahrens am günstigsten analysieren, indem folgendes beachtet wird: Die Markierung muss so eingestellt sein, dass zur gleichen Zeit ein Vorhof und ein Ventrikel von ihr durchquert werden. (13)

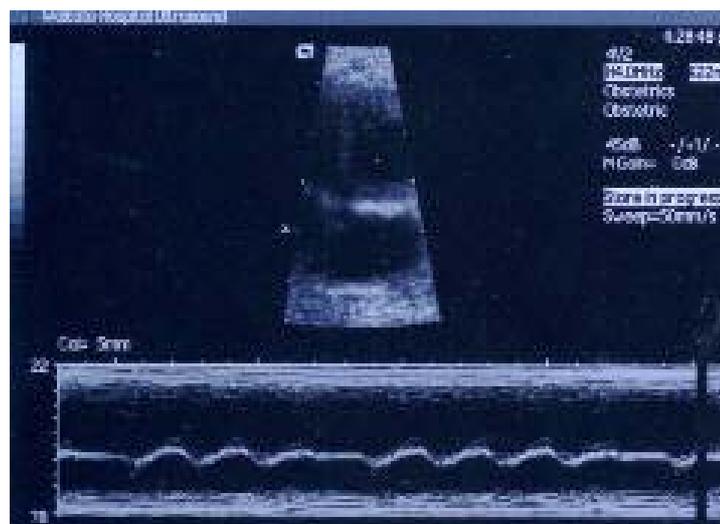


Abb.5 Arrhythmie eines fetalen Herzens im Vierkammerblick und M-Mode

2.1.1.3 Doppler-Echokardiographie

Die Doppler-Sonographie ermöglicht eine wiederholte, nicht-invasive Untersuchung der Hämodynamik in utero-plazentaren und fetoplazentaren Gefäßsystemen.

2.1.1.3.1 Gepulste Doppler-Echokardiographie

Durch den gepulsten Doppler kann die intrakardiale Strömungsgeschwindigkeit über den beiden Atrioventrikularklappen, über Mitralklappen- und Trikuspidalklappen, sowie über den beiden Semilunarklappen, nämlich Aorten- und Pulmonalklappen, gemessen werden. Der Untersucher legt dazu eine Messmarke, die so genannte „sample volume“, an der gewünschten Stelle fest und kann dann gezielt Blutflussgeschwindigkeiten ableiten (17).

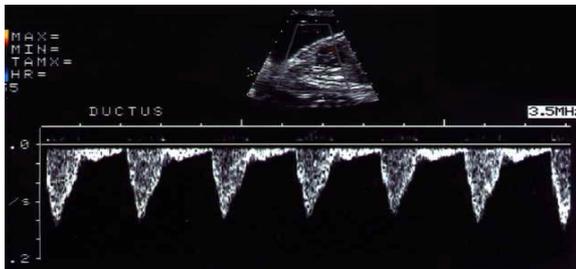


Abb.6 Normales Herz - Ductusbogen mit gepulstem Doppler (24. SSW)

Auf diese Art und Weise können Blutflussrichtung, absolute Geschwindigkeit, Turbulenz und Reverseflow erfasst werden. Durch eine solche Doppler-Untersuchung können folgende Informationen gewonnen werden: Erkennung und Quantifizierung von Klappenstenosen oder -insuffizienzen sowohl der Semilunarklappen, als auch der AV-Klappen, sowie die Analyse des Herzrhythmus (64).

2.1.1.3.2 Farbkodierte Doppler-Echokardiographie

Mittels der farbkodierten Doppler-Echokardiographie kann ebenfalls ein Einblick in die Hämodynamik des Herzens erworben werden, so können Herzklappeninsuffizienzen, intrakardiale Shunts sowie Änderungen der Flussrichtung und Geschwindigkeit des Blutes innerhalb des Herzens erfasst werden (15), (20), (28), (59). Das Prinzip geht aus einer farbkodierten Verarbeitung von Doppler-Signalen hervor, wobei die Blutflüsse in Richtung des Schallkopfes in Rot und

Blutflüsse vom Schallkopf weg in Blau dargestellt werden. Die unterschiedliche Kinetik wird durch veränderte Helligkeitsstufen wiedergegeben. Das bedeutet, dass die abgeleiteten Geschwindigkeiten proportional zu den verschiedenen Helligkeitsstufen sind, somit also mit zunehmender Geschwindigkeit eine hellere Farbe entsteht. Bei Turbulenzen, wie Stenosen oder Insuffizienzen, erkennt man ein Gemisch mit der Farbe Grün, was einem Aliasing-Phänomen entspricht (20).

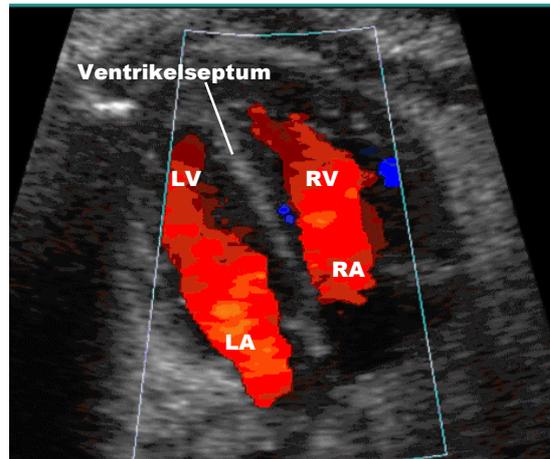


Abb.7 Mitral- und Trikuspidalklappenfluss im normalen Herzen mit farbkodierten Doppler, LV= linker Ventrikel, RV= rechter Ventrikel, LA= linker Vorhof, RA= rechter Vorhof

Die Methode ermöglicht somit, Richtung, Geschwindigkeit und Turbulenzen des intrakardialen Blutflusses zu erfassen (28). Um optimale Einstellungen zu erreichen, muss ein möglichst paralleler Verlauf des Blutflusses und Ultraschallbündels gegeben sein, was einer optimalen Winkelstellung von 0° entspricht.

Laut Chaoui (13) bereitet die Untersuchung fetaler Herzen mittels Farbdopplertechnik drei hauptsächliche Probleme:

1. Durch die hohe fetale Herzfrequenz mit 120 bis 180 Schlägen pro Minute (37), ist die simultane optische Beurteilung der intrakardialen Flüsse am Herzen oftmals problematisch. Eine detaillierte Beurteilung im farbkodierten Dopplermodus ist daher heutzutage nicht mehr ohne die Verwendung einer Cineloop-Technik, die eine sofortige Wiederholung der eben aufgenommenen 50-70 Bilder in Zeitlupe möglich macht, vorstellbar.
2. Die Abwesenheit eines fetalen EKG-Triggern verringert die exakte differenzierte Aufgliederung von Systole und Diastole.
3. Diese Untersuchung soll nicht alleine, sondern zur Bestätigung und möglichenfalls Ergänzung der bereits durch B-Bild, sowie gepulsten Doppler

aufgestellten Verdachtsdiagnose stehen. Laut Chaoui ist „Die Vorstellung, dass ein Herzfehler nur mittels Farbdoppler intrauterin entdeckt werden kann, [...] grundsätzlich falsch!“ (13, S.1204) Die Diagnose sollte also in erster Linie durch das B-Bild-Verfahren gestellt werden. Ehe man die Farbdoppler-Untersuchung heranzieht, sollten demnach die Herzstrukturen vorher im B-Mode genau analysiert worden sein (13).

2.1.2 Einstellungsachsen in der fetalen Echokardiographie

2.1.2.1 Vierkammerblick

Der Vierkammerblick stellt die Grundeinstellung der fetalen Echokardiographie dar und erfasst nach neueren Literaturangaben etwa 40 % der relevanten Herzanomalien (37), (26), (30).

Wegen der noch nicht entfalteten Lungen liegt das fetale Herz horizontal. Deshalb findet man den Vierkammerblick durch einen horizontalen Querschnitt parallel zu den Rippen im unteren Thoraxbereich (31). Ein normal großes Herz füllt im Vierkammerblick etwa 1/3 der Fläche des Thorax aus (31).

In dieser Einstellung wird die Lage und die Größe des Herzens im Thoraxraum, die Myokarddicke und ihre Kontraktilität sowie die Herzrhythmik geprüft (13).

Zu erkennen sind in dieser Ebene die beiden Vorhöfe und Ventrikel, die AV-Klappen, das Ventrikelseptum und das Foramen ovale (18). Ebenso werden die Größen der Herzhöhlen, der Bewegungsablauf der Klappen und die Kontinuität des interventrikulären und interatrialen Septums beurteilt (54).

Einstellung:

Der Vierkammerblick liegt in einer schrägen Ebene, die von ventrodorsal aus gesehen von kaudal nach kranial verläuft. Durch diese Einstellung lassen sich in dieser Ebene gleichzeitig der rechte und linke Ventrikel, das rechte und linke Atrium, die Mitralklappe, die Trikuspidalklappe und das interventrikuläre und interatriale Septum mit Foramen ovale darstellen. Er lässt sich nicht nur von apikal, sondern auch von der rechten und linken Thoraxseite oder sogar von kaudal darstellen. Die optimale Darstellung erhält man in der schrägen Ebene. Herzspitze und der darunter liegende Magen sollten auf der gleichen (linken) Seite liegen (37).

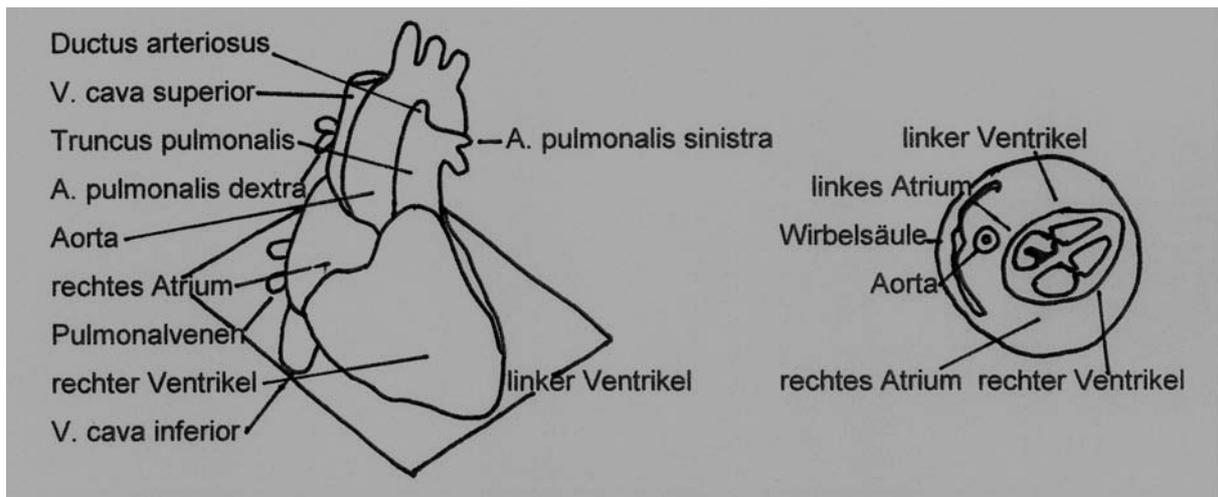


Abb.8 Vierkammerblickebene, linkes Bild: rechteckige Ebene: Darstellung der Ultraschallebene des Vierkammerblicks; rechtes Bild: Darstellung der Ansicht der Schnittebene im Vierkammerblick, A.= Arteria, V.= Vena

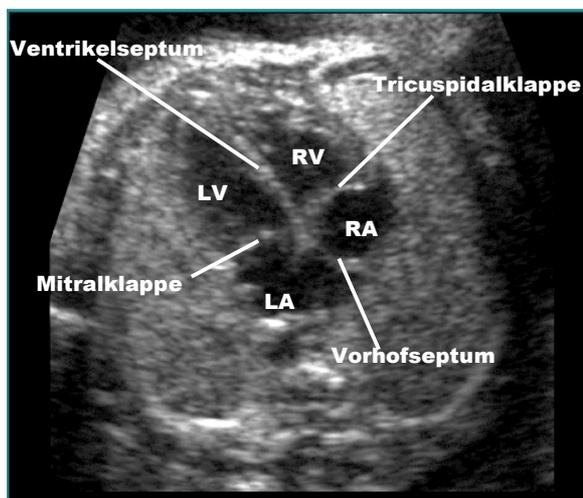


Abb.9 normales Herz im Vierkammerblick; LV= linker Ventrikel, RV= rechter Ventrikel, LA= linker Vorhof, RA= rechter Vorhof

Beurteilt werden (49):

- Lage des Herzens im Thorax
- Richtung der Herzachse
- Herzgröße
- Rhythmik und Kontraktilität
- Größe der Ventrikel und Vorhöfe
- Topographie von Mitral- und Trikuspidalklappe
- Kontinuität der Septen zwischen den Vorhöfen und den Kammern
- Beurteilung des Foramen ovale
- Mündung der pulmonalen und systemischen Venen

Entsprechend können im Vierkammerblick folgende Herzauffälligkeiten oder Hinweise hierauf entdeckt werden (37)

- Dextro-, Mesokardie
- Singulärer Ventrikel
- Ebstein-Anomalie/Dysplasie der Trikuspidalklappe
- Hypoplasie oder Hypertrophie des linken Ventrikels
- Hypoplasie oder Hypertrophie des rechten Ventrikels
- AV-Kanal
- VSD (groß)
- ASD
- Hinweis für eine Aortenisthmusstenose
- Persistenz der linken Vena cava superior
- Fallot'sche Tetralogie, Double Outlet Ventricle oder Truncus arteriosus
- Hinweis für eine Lungenfehlmündung
- Hypertrophie des Myokards (unterschiedlicher Genese)
- Perikarderguss
- Arrhythmien
- Herztumore
- Ectopia cordis
- Kardiomegalie sonstiger Genese
- Kardiomyopathie

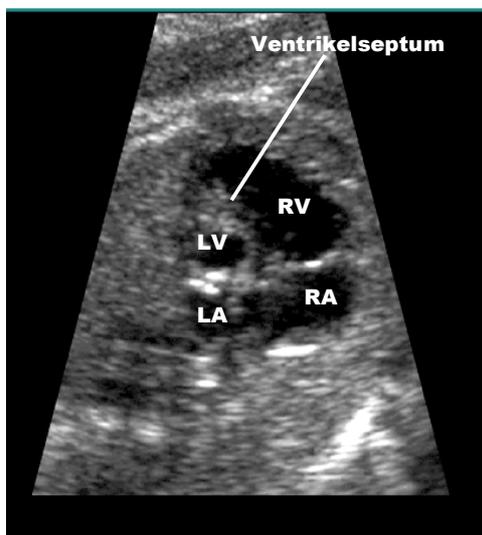


Abb.10 Hypoplastisches Linksherz
LV= Linker Ventrikel, RV= rechter Ventrikel,
RA= rechter Vorhof, LA= linker Vorhof

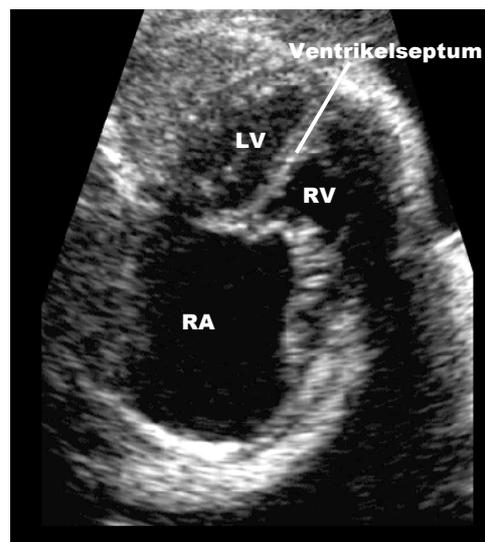


Abb.11 Ebstein Anomalie/Trikuspidaldysplasie
LV= linker Ventrikel, RV= rechter Ventrikel, RA= rechter Vorhof

Folgende Fehlbildungen können mit einem unauffälligen Vierkammerblick einhergehen (49):

- TGA
- Double outlet right ventricle
- Fallot`sche Tetralogie (VSD im Fünfkammerblick immer nachweisbar)
- Stenose im Ausflusstrakt
- kleiner VSD
- kleiner ASD
- Aortenisthmustenose

2.1.2.2 Fünfkammerblick

Ausgehend von der Ebene des Vierkammerblicks sollte der Abgang der Aorta aus dem linken und des Truncus pulmonalis aus dem rechten Ventrikel geprüft werden. Hiermit wird der so genannte modifizierte Fünfkammerblick erreicht. Diese Einstellung eignet sich zur Aufdeckung von Anomalien der großen Gefäße, wie z.B. einer Transposition, einer Fallotschen Tetralogie, eines Double outlet right ventricle, sowie eines Truncus arteriosus communis (13).

Mit der farbkodierten Dopplersonographie kann im Fünfkammerblick gleichzeitig der linksventrikuläre Einfluss- und Ausflusstrakt beurteilt werden.

Diese Ebene wird als Fünfkammerblick bezeichnet, da der Aortenabgang als fünftes Kompartiment angesehen wird (37).

Einstellung

Ausgehend vom apikalen Vierkammerblick wird, ohne die Lage des Schallkopfes zu ändern, dieser ein wenig in kranialer Richtung gekippt, so dass der Abgang der Aorta aus dem linken Ventrikel mit Klappe sichtbar wird.

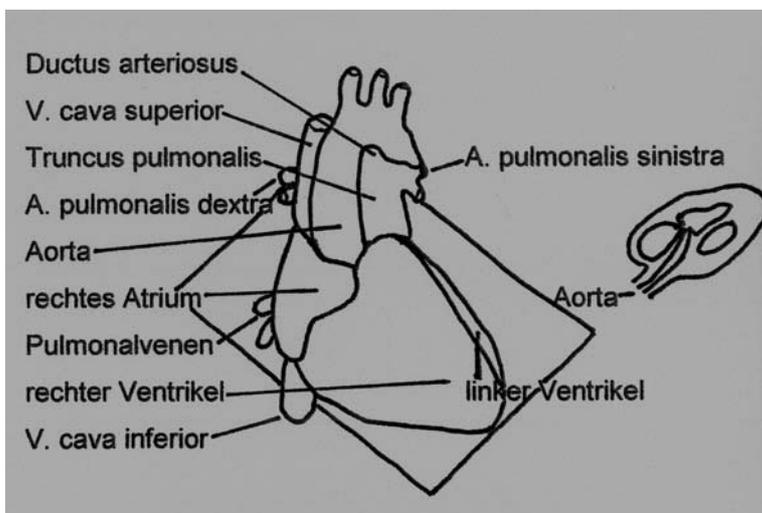


Abb.12 Fünfkammerblickebene, rechteckige Ebene:
Darstellung der Ultraschallebene des Fünfkammerblicks
A.= Arteria, V.= Vena



Abb.13 normales Herz im Fünfkammerblick,
RV= rechter Ventrikel, LA= linker Vorhof

Beurteilt werden (37):

- Regelrechter Abgang der Aorta aus dem linken Ventrikel
- Beurteilung der aortalen Klappe
- Kontinuität des Ventrikelseptums
- Aortomitrale Kontinuität

Folglich können folgende Herzanomalien dargestellt werden (37):

- Fallot`sche Tetralogie
- VSD
- Double outlet right ventricle
- Truncus arteriosus communis

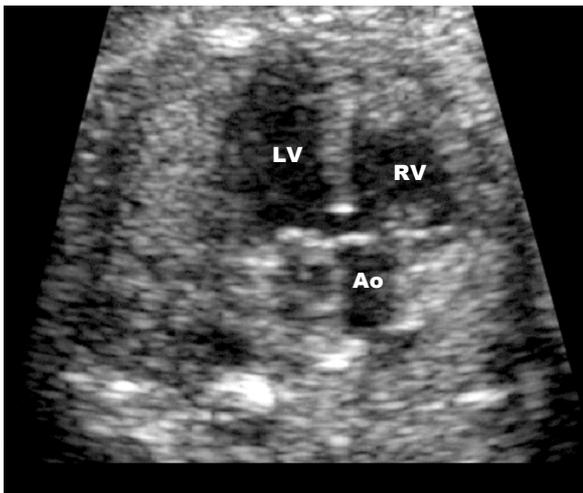


Abb.14 Fallot`sche Tetralogie im Fünfkammerblick,
RV= rechter Ventrikel, LV= linker Ventrikel, Ao= Aorta

2.1.2.3 Kurze Achse

Die so genannte kurze Achse dient der Darstellung der Relation der großen Gefäße und liegt beim Fetus in einer Ebene, die von der linken Schulter zur rechten Hüfte führt.

Mittels dieser Einstellung, in deren Mitte die Aorta dargestellt wird, sind rechtsventrikulärer Einflusstrakt mit rechten Vorhof, Trikuspidalklappe mit rechten Ventrikel, rechter Ausflusstrakt mit rechtem Ventrikel, Pulmonalklappe sowie Truncus pulmonalis in seiner Aufspaltung in rechte und linke Pulmonalarterie gut ersichtlich.

(37)

Einstellung

Die kurze Herzachse wird in einer zum Längsschnitt orthogonalen Ebene, die in Höhe der Aortenklappe gelegt wird, eingestellt (37), wie in der nachfolgenden Abbildung veranschaulicht.

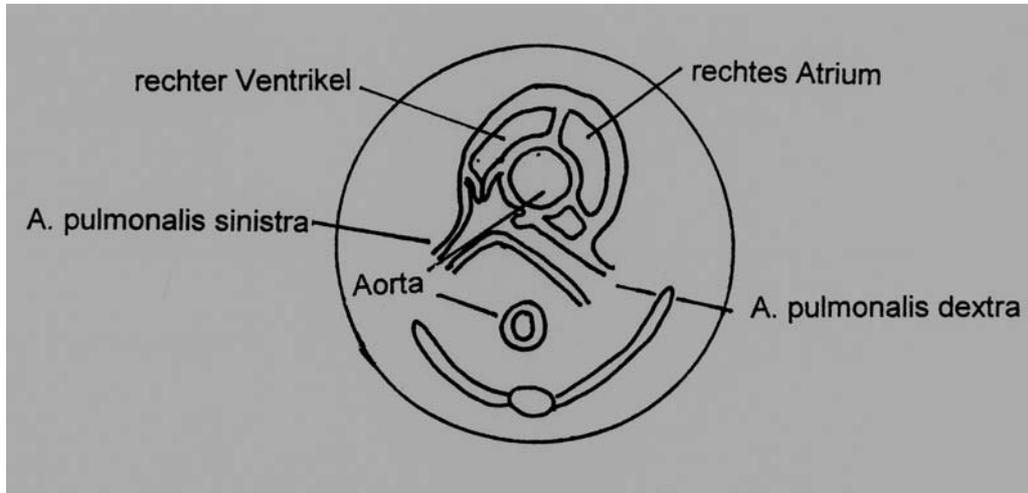


Abb.15 Einstellungsebene kurze Achse, A.= Arteria

Beurteilung des rechtsventrikulären Einfluss- und Ausflußtraktes:

- rechter Vorhof
- rechter Ventrikel
- Trikuspidalklappe
- Pulmonalklappe
- Truncus pulmonalis mit Teilung in rechte und linke Pulmonalarterie

Herzanomalien, die anhand der zusätzlichen Einstellung der kurzen Achse beurteilt werden können:

- TGA
- Pulmonalstenose
- Pulmonalklappenanomalien
- Rechtsherzobstruktionen

2.1.2.4 Aorten und Ductusbogen

Diese Ebene dient der ergänzenden Beurteilung der großen Gefäße in Verlauf und Form. Isthmus und Ductus arteriosus können hier analysiert werden, Transposition oder Malposition in einer Ebene. Für die Beurteilung mittels farbkodiertem Doppler ist diese Ebene von besonderer Bedeutung, denn hier können Fehlbildungen am Aortenbogen, wie tubuläre Hypoplasie, Isthmusstenose oder Aortenunterbrechungen, entdeckt werden (37).

Einstellung

Die Einstellung wird erreicht, indem, ausgehend vom Fünfkammerblick, der Schallkopf solange gekippt wird, bis es zur Darstellung des Aortenbogens mit dem Abgang des Truncus brachiocephalicus, der linken A. carotis communis und der linken A. subclavia kommt (37) .



Abb.16 Aortenbogen
Ao= Aorta, DAo= Pars descendens Aorta



Abb.17 Ductusbogen
PA= Pars ascendens Aorta, Du= Ductus venosus, DAo= Pars descendens Aorta

Beurteilung von:

- Isthmus aortae
- Ductus arteriosus
- Regelrechter Verlauf und Kaliber der Aorta

Diagnosen, die anhand dieser Einstellung erhoben werden können:

- Aortenstenose
- Aortenatresie
- Ductus arteriosus anomalien
- Isthmusstenose
- Hypoplasie von Aorta

2.1.2.5 Venoatriale Konnektion

Die Venoatriale Konnektion ist eine Einstellungsebene zur Beurteilung der Einflusstrakte in den rechten und linken Vorhof. Es werden die Vena cava inferior, superior und Pulmonalvenen beurteilt (65).

Beurteilung von:

- Anomalien im Bereich der Vena cava superior/inferior
- Pulmonalvenenanomalien
- Persistierende Vena cava superior links
- Sinus venosus ASD

2.1.2.6 Dopplerechokardiographie

Die Dopplerechokardiographie dient der Analyse der Perfusion über den verschiedenen Herzklappen und in den herznahen Gefäßen. Damit kann adjutant zum B-Bild Verfahren ein Einblick in die fetale intrakardiale Hämodynamik und Rhythmik ermöglicht werden (37).

Beurteilung von:

- Nachweis der Perfusion einer Struktur, z.B. Perfusion eines hypoplastischen Ventrikels, Darstellung der Pulmonalvenen
- Darstellung der Blutflussrichtung (antegrad oder retrograd): z.B. im Bereich der großen Gefäße
- Entdeckung von Shunts: z.B. bei VSD
- Entdeckung oder Bestätigung von Klappenstenosen oder Insuffizienzen durch Turbulenzen
- Nachweis von Arrhythmien

sowie Anwendung zur Differentialdiagnostik.

2.2 Indikationen

Die Indikationen zur fetalen Echokardiographie modifiziert nach dem Vorschlag des Arbeitskreises Fetale Echokardiographie der DEGUM (58) sind in folgender Tabelle aufgeführt.

Indikationen zur fetalen Echokardiographie

I. Anamnestische Belastungen durch:

1. Familiäre Belastungen
 - 1.1 Herzfehler
 - 1.2 Andere mit kardialen Vitien gehäuft assoziierte Syndrome
2. Einflüsse in der Schwangerschaft durch:
 - 2.1 Spezielle Substanzen (z.B. Antiepileptika, Lithium, Alkohol, Vitamin A)
 - 2.2 Maternale Erkrankungen (z.B. Diabetes mellitus, Phenylketourie)
 - 2.3 Infektionen (z.B. Röteln, Cytomegalie, Coxsackie)
 - 2.4 Hohe Dosen ionisierender Strahlen

II. Nachgewiesene Auffälligkeiten beim Feten:

1. Sonographischer Verdacht auf Herzfehler (z.B. suspekter Vierkammerblick)
2. Kardiovaskuläre Symptome
 - 2.1 Arrhythmien
 - 2.2 Nicht-immunologisch bedingter Hydrops
 - 2.3 Frühes Nackenödem oder Hygroma colli
 - 2.4 Verdickte „nuchal translucency“
3. Frühe (vor der 32. SSW) und/oder mehr symmetrische Wachstumsretardierung
4. Gehäuft mit kardialen Fehlbildungen assoziierte Anomalien:
 - 4.1 Abnorme Herzlage
 - 4.2 Zentrales Nervensystem: Hydro- u. Mikrozephalie, Balkenagenesie, Enzephalozele (Meckel-Gruber-Syndrom)
 - 4.3 Mediastinum: Ösophagusatresie, Zwerchfellhernie
 - 4.4 Gastrointestinaltrakt: Duodenalatresie, Situs inversus visceralis
 - 4.5 Bauchwand: Omphalozele, Ektopia cordis
 - 4.6 Nieren: dysplastische Nieren
 - 4.7 Syndrome mit obligat oder fakultativ auftretenden Herzfehlern
 - 4.8 Singuläre Nabelarterie
5. Nachgewiesene Chromosomenstörungen (z.B. Turner-Syndrom)
6. Zwillingschwangerschaften
 - 6.1 monozygote Zwillinge
 - 6.2 siamesische Zwillinge

III. Verzicht auf invasive Diagnostik zwecks Karyotypisierung bei entsprechender Risikoerhöhung (Alter, biochemische Parameter, familiäre Risiken) (26)

2.3 Grenzen

Die fetale Echokardiographie fordert vom Untersucher einen erhöhten zeitlichen, apparativen sowie fachlichen Aufwand (6).

Die Probleme der Detailerkennbarkeit haben einerseits ultraschallspezifische und andererseits organbezogene Probleme (14). So ist die diagnostische Darstellung des fetalen Herzens, wie bei allen sonographischen Bildgebungsverfahren, stark von der Beschaffenheit und Ausdehnung der überlagernden maternalen und fetalen Gewebeschichten, als auch der fetalen Lage abhängig. Limitationen in der Echokardiographie gehen demzufolge einher mit folgenden Faktoren:

- schlechte Sicht durch von knöchernen fetalen Thorax-, Rücken- oder Extremitätenstrukturen überlagerte Herzsegmente oder bei Oligo-beziehungsweise Anhydramnie posterior liegende Herzanteile. Der Fetus liegt dabei oft in einer Zwangsstellung, die zu einer nicht ausreichenden Beurteilung führen kann. Ausnahmen sind dorsoposteriore Lagen – dadurch liegt das Herz in schallkopfnaher günstiger Position.
- Ein Polyhydramnion kann wegen der starken Motilität des Feten bzw. der tiefen Lage des Herzens im Bild zu einer erschwerten Beurteilung führen. Durch Zuwarten auf fetale Ruhephasen kann die Beurteilung erleichtert werden.
- Dorsoanteriore Lage des Feten können dazu führen, dass das Herz vollkommen im Schallschatten der Wirbelsäule liegt. Dadurch ist eine Beurteilung wesentlich erschwert oder gar unmöglich.
- Ein weiteres Problem stellt die lückenhafte Erfassung fetaler Herzsegmente bei ausgedehnter maternaler Vorlaufstrecke oder ungünstigen Fruchtwasserverhältnissen dar, wie bei einer tief intrauterinen bzw. intraabdominalen Lage des Feten (22).

3 Prospektive Studie

3.1 Studiendesign

In der prospektiven Studie wurden 2890 pränatale echokardiographische Ultraschalluntersuchungen bei 1680 Patientinnen prospektiv erfasst, die zwischen dem 01.08.97 und dem 31.07.98 in der Pränataldiagnostik der Frauenklinik des Klinikums rechts der Isar München (Leiter: Prof. Dr. K.T.M. Schneider) bzw. dem Bereich Kinderkardiologie (Fr. Prof. Dr. R. Oberhoffer) der Kinderklinik und Poliklinik der TU München, sowie den beiden Frauenarztpraxen mit angeschlossener Pränataldiagnostik Drs. Baumgärtner/Koch München und Drs. Tschürtz München getätigt wurden.

Die Verteilung der Patienten der an der Studie beteiligten Pränataldiagnostikpraxen bzw. des -zentrums wird in der folgenden Abbildung veranschaulicht.

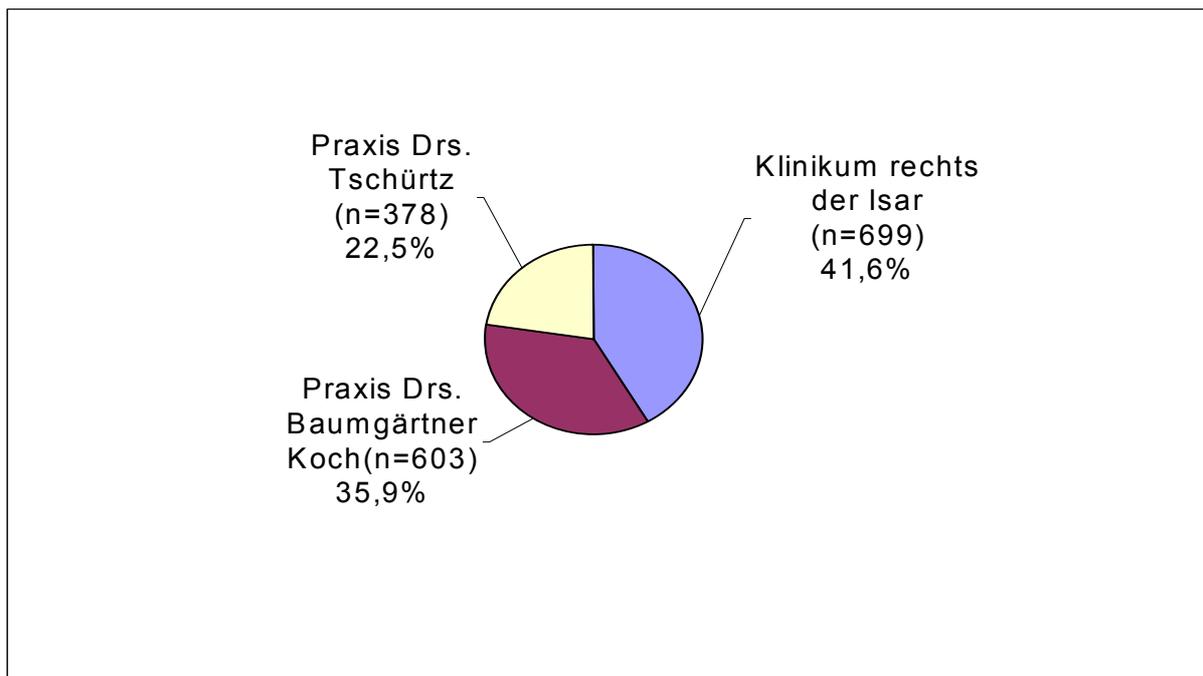


Abb.18 Aufteilung der prospektiv erfassten Patienten auf die zwei Praxen und das Zentrum

Bei allen Patientinnen wurde eine ausführliche Anamnese durchgeführt. Aus den erhobenen Daten wurden anschließend unter standardisierter Definition ein High-Risk und ein Non-High-Risk Kollektiv erstellt. Alle gesammelten Daten wurden unter standardisierten Bedingungen in die erstellte Access Datenbank eingegeben (siehe Kapitel 3.4).

An allgemeiner Anamnese wurde folgendes erhoben:

- Alter der Patientin
- Mütterliche Schwangerschaftsrisiken und Erkrankungen
- Komplikationen in dieser Schwangerschaft
- Verlauf vorausgegangener Schwangerschaften
- Familienanamnese bezüglich Gendefekte und Herzfehler
- Sucht- und Medikamentenanamnese

3.2 Erstellung des Risikokollektivs

Die Patientinnen wurden nach standardisierten Kriterien in ein High-Risk- und ein Non-High-Risk-Kollektiv eingeteilt.

Die Kriterien einer High-Risk-Gravidität waren erfüllt, wenn nachweislich einer der folgenden Punkte vorlag:

- 1 Mütterliches Alter bei Konzeption über 35 Lebensjahre
- 2 Fetale Chromosomenanomalie wie Trisomie 13 oder 21
- 3 Komplikationen während der Schwangerschaft, wie Oligo-, Polyhydramnion und Wachstumsretardierung, wurden unter dem Punkt Neuerkrankungen zusammengefasst.
- 4 Familienanamnestische Angaben einer genetischen oder kardialen Erkrankung
- 5 Bestehende mütterliche Erkrankung, wie Diabetes mellitus und Kollagenosen
- 6 Bewiesene mütterliche Exposition gegenüber Röteln und Coxsackie-Viren
- 7 Einnahme von teratogen wirkenden Medikamenten

Das Risikomuster wurde für jede Patientin in eine Datenbank eingegeben, die anhand von Microsoft Access erstellt wurde.

3.3 Verlauf der Studie

Zu jeder Untersuchung wurden allgemeine Daten, wie Datum der Untersuchung, Hauptuntersucher und Gestationsalter dokumentiert.

3.3.1 Datum der Untersuchung

Der Zeitpunkt der Untersuchung zur fetalen Echokardiographie wurde unabhängig von einer vorausgegangenen allgemeinen Ultraschalluntersuchung festgelegt. Wurden mehr als eine fetale Echokardiographie getätigt, wurde das Datum der Erstvorstellung dokumentiert.

3.3.2 Hauptuntersucher

Als Hauptuntersucher galten Pränataldiagnostiker, die mindestens die Voraussetzungen der DEGUM II erfüllen mussten und die Feten mindestens einmal echokardiographisch untersucht hatten. Diese waren Frau Prof. R. Oberhoffer, Leiterin der Kinderkardiologie der Kinder- und Poliklinik des Krankenhauses Schwabing der TU München, Prof. K.T.M. Schneider, Leiter der Abteilung Perinatalmedizin der Frauenklinik des Klinikum rechts der Isar München, Drs. M. Baumgärtner/S.Koch, sowie Drs. Tschürtz, jeweils Kollegen in einer Praxis mit Pränataldiagnostik in München.

3.3.3 Vorgehen bei der Befunderhebung

Zur Befunderhebung wurden folgende echokardiographische Einstellungsachsen im B-Bild bzw. der Dopplermodus eingestellt:

- Vierkammerblick
- Fünfkammerblick
- Kurze Achse
- Aorten- und Ductusbogen
- Venotriale Konnektionen
- Dopplermodus

Das fetale Herz wurde auf die Strukturen, wie sie in der unten stehenden Tabelle angeführt sind, in standardisierter Form befundet. Dabei konnten die

Beurteilungsaussagen normal, abnormal, nicht darstellbar oder nicht untersucht getroffen und in der Microsoft Access Datenbank dokumentiert werden.

A N A T O M I E	FUNKTION	ANATOMIE
Vorhof	Vorhof	Gefäßrelation
Kammern	Kammern	Pulmonalgefäßaufz.
Mitralklappe	Mitralklappe	Aortenbogen
Trikuspidalklappe	Trikuspidalklappe	Aorta ascendens
Pulmonalklappe	Pulmonalklappe	Ductus arteriosus
Aortenklappe	Aortenklappe	

Abb.19 Strukturen des fetalen Herzens, die in standardisierter Form auf Anomalien untersucht und nach obigem Schema in der angelegten Access Datenbank dokumentiert wurden.

Der fetale kardiale Rhythmus wurde entweder als normal, oder arrhythmisch, z.B. mit SVES, SVT oder AV-Block festgelegt.

Die fetale Herzfrequenz wurde wie folgt beurteilt:

Bradykardie	< 120 Spm
Tachykardie	> 180 Spm

Befunde, wie Ascites, Pleura- oder Perikarderguß, Lage des Herzens, Herz/Thorax-Quotient, extrakardiale Fehlbildungen, sowie die prognostische Wertung des Untersuchers in Bezug auf den weiteren Verlauf flossen ebenfalls in die Dokumentation ein.

3.3.4 Diagnosesicherung und Verlauf

Anhand der oben genannten standardisierten Kriterien wurden die Patientinnen auf fetale Herzfehler und Arrhythmien untersucht. Bei Vorliegen oder Verdacht auf Herzvitium oder Arrhythmie wurden bei Frau Prof. R. Oberhoffer in regelmäßigen Abständen Kontrolluntersuchungen angeschlossen. Bestätigten sich diese nicht, wurden die Feten als echokardiographisch „herzgesund“ eingeteilt.

3.3.5 Einteilung der angeborenen Herzfehlbildungen und Arrhythmien

Die Einteilung der Herzanomalien und Arrhythmien im Patientenkollektiv erfolgte anhand der verschiedenen echokardiographischen Einstellungsachsen und der Doppleruntersuchung, die zur Diagnoseerhebung herangezogen wurden. Die Herzfehler und Arrhythmien wurden nach dem Gesichtspunkt der zur Diagnosefindung erforderlichen Einstellungsachsen eingeteilt.

3.3.6 Vergleich von prä- und postnataler Diagnose

Um die Validität der fetalen Echokardiographie in Bezug auf Sensitivität und Spezifität zu prüfen, sollte ein Vergleich der prä- und postpartalen Echokardiographiefunde in der prospektiven Studie herangezogen werden. Die Feten mit pränatal diagnostizierten Herzfehlern wurden postnatal innerhalb acht Wochen echokardiographisch von Frau Prof. R. Oberhoffer nachuntersucht.

Die Validität der intrauterinen Diagnostik wurde dahingehend überprüft, ob die pränatal gestellte Diagnose mit den postpartal erhobenen Untersuchungsbefunden übereinstimmte. Dazu wurden prä- und postpartal erhobene Echokardiographiefunde miteinander verglichen und die postpartalen Diagnosen als „golden standard“ definiert.

Obwohl mittels persönlicher Aufklärung, unterstützt von Informationsbögen, sowie wiederholter telefonischer Aufforderung die Patientinnen des gesamten Kollektivs gebeten wurden, zu einer postnatalen Untersuchung zu erscheinen, konnten aufgrund mangelnder Compliance insgesamt nur in 106 von 1680 Fällen die Neugeborenen nachuntersucht werden.

3.4 Datenbankerstellung

Einen wesentlichen Teil dieser Studie stellt die Erstellung der Datenbank dar. Diese wurde mit Hilfe einer Dokumentationsassistentin, die eigens für die Studie eingestellt wurde, im Laufe eines Jahres mit großem Aufwand erstellt. Es wurde für die retrospektive und prospektive Studie jeweils eine eigene Datenbank erstellt. Als Programm diente Microsoft Access. Die Datenbank sollte Eingabemasken für Anamnese und Befunde liefern, die für eine exakte Erfassung und Auswertung aller in die Studie einfließenden Daten behilflich sein sollte.

Die Verwaltung der Daten gliedert sich in sechs große Gebiete: Formulare, Berichte, Tabellen, Abfragen, Makros und Module. Zur besseren und schnelleren Eingabe der Patientendaten wurden für die Studie vorgefertigte Formulare mit Pull-down-Menüs erstellt. Die Eingabe erfolgte in Bezug auf die Anatomie, Funktion sowie den echokardiographischen Einstellungsachsen durch Einmalklick mit der Mouse, durch die folgende Beurteilungen festgelegt werden konnten.

- Normal
- Abnormal
- Nicht untersucht
- Nicht darstellbar

Für die Eingabe standen pro Patientin ein Hauptformular und jeweils zwei verknüpfte Unterformulare zu Verfügung. Im ersten Formular (siehe Abb.20) wurde jeder Patientin eine ID-Nummer zugeteilt. Anschließend erfolgte die Eingabe von Geburtsdatum, Überweisungsgrund, Risikotyp, Anzahl der Feten, Gravida, Para und der fetalen kardialen Diagnose. Die Erstellung des Risikoprofils nach standardisierten Kriterien (siehe Kapitel 3.2) wurde durch Eingabe der Merkmale auf der rechten Seite der Anamnesemaske durchgeführt.

The screenshot displays the Microsoft Access 97 interface for a prenatal anamnesis form. The window title is 'Microsoft Access - [Anamnese1]'. The menu bar includes 'Datei', 'Bearbeiten', 'Ansicht', 'Einfügen', 'Format', 'Datengätze', 'Extras', and 'Eenster 2'. The toolbar contains various icons for file operations and data management. The form itself is titled 'Anamnese: Pränatal' and is set to 'Formularansicht'. It features a light blue header with a cloud pattern. The main area is divided into two columns. The left column contains several input fields with labels: 'ID' (value: 70), 'Gebdat' (value: 21.11.1968), 'Überweisgrund' (dropdown: strukturell), 'Risikotyp' (dropdown: normale SS), 'AnzahlFet' (value: 1), 'Gravida' (value: 1), 'Para' (value: 0), 'Chromanomalie' (dropdown), and 'Kard Diagnose' (dropdown: normal). The right column contains five data tables, each with an 'ID' field (value: 70) and a 'Datensatz' field with navigation icons. The tables are: 'Fam genErkr', 'Fam kardErkr', 'BestehendeErkr', 'Neuerkr', and 'Medikamente'. The status bar at the bottom indicates 'Datensatz: 16 von 1680' and 'Formularansicht'. The Windows taskbar at the very bottom shows the Start button, several open applications, and the system clock showing 17:35 on 17.11.2000.

Abb.20 Anamnesemaske der Access 97 Datenbank für die Eingabe der Patientendaten

Im ersten Untersuchungsunterformular wurden Angaben zum Datum der Untersuchung, Hauptuntersucher, Gestationsalter in Schwangerschaftswochen, Entbindungstermin, zu sonographischer Einsicht, sowie die genauen echokardiographischen Befunde eingegeben.

Folgende Messungen wurden anhand von Pull-down-Menues mit standardisierten Beurteilungen dokumentiert:

Ascites, Pleuraerguß, Pericarderguß, Rhythmus, Frequenz, Lage des Herzens, Herz/Thorax-Quotient. Außerdem wurde anhand von Pull-down-Menues die Anatomie von Vorhof, Kammern und Klappen bewertet (siehe Abb.21).

The screenshot displays a Microsoft Access 97 window titled "Microsoft Access - [Untersuchung1]". The interface includes a menu bar (Datei, Bearbeiten, Ansicht, Einfügen, Format, Datengätze, Extras, Fenster, 2) and a toolbar. The main area shows a data entry form with a decorative background of a blue sky and white clouds. The form contains the following fields and controls:

- ID:** Text box containing "70".
- Ascites:** Dropdown menu with "nein" selected.
- DatUntersuch:** Text box containing "10.12.1997".
- Pleuraerguß:** Dropdown menu with "nein" selected.
- Herz/Thor-Quot:** Dropdown menu with "normal" selected.
- Hauptunters:** Dropdown menu with "Oberhoffer" selected.
- Perikarderguß:** Dropdown menu with "nein" selected.
- Herz/Thor-Quot:** Text box containing "1/3".
- Table:** A small table with columns "ID", "Untersuchdat", and "Untersuchtechnj". The first row shows "70", "10.12.1997", and "Ultraschall und Doppler". Below the table is a record selector showing "Datensatz: 1 von 1".
- Rhythmus:** Dropdown menu with "normal" selected.
- Gestatalter:** Text box containing "25".
- Frequenz:** Dropdown menu with "normal" selected.
- ET:** Text box containing "25.03.1998".
- Frequenz2:** Text box containing "140".
- Einsicht:** Dropdown menu with "gut" selected.
- Lage Herz:** Dropdown menu with "normal" selected.
- Right Column (A):** A vertical list of dropdown menus:
 - A Vorhof: normal
 - A Kammern: normal
 - A Mitralklappe: normal
 - A Trikuspidalk: normal
 - A Pulmonalkl: normal
 - A Aortenklappe: normal

At the bottom of the window, the status bar shows "Datensatz: 1 von 1 (Gefiltert)", "Formularansicht", and "FLTR". The Windows taskbar at the very bottom shows the Start button and several open applications, including "fetechnou : Daten...", "Hauptübersicht", "Anamnese1", and "Untersuchung1". The system clock shows "DE 17:37".

Abb.21 Erste Untersuchungsmaske der Access 97 Datenbank zur Eingabe der Untersuchungsbefunde

Im zweiten Untersuchungsunterformular (siehe Abb.22) wurden die Beurteilungen von Kammern und Klappen auf ihre Funktion eingegeben. Zudem konnte die Gefäßrelation bewertet werden.

Die Einstellungsebenen, Vier- und Fünfkammerblick, Aorten und Ductusbogen, kurze Achse, Venotriale Konnektion und Doppleruntersuchung konnten hinsichtlich ihrer Auffälligkeiten ebenfalls anhand von Pull-down-Menues dokumentiert werden. Abschließend wurden die extrakardialen Fehlbildungen und die fetale kardiale Diagnose beschrieben.

The screenshot shows the Microsoft Access 97 interface with a form titled 'Untersuchung1'. The form contains several dropdown menus for medical findings, organized in a grid-like layout. The findings include:

- F Kammern: normal
- F Mitralklap: normal
- F Trikuspidkl: normal
- F Pulmonalkl: normal
- F Aortenklapp: normal
- Gefäßrelation: normal
- Pulmgefäßaufz: normal
- Aortenbogen: normal
- Aorta ascend: normal
- Duct arterios: normal
- kurze Achse: unauffällig
- Veneinstr re: normal
- Veneinstr li: normal
- Durchbl Uteri: normal
- Durchbl Iliac: (empty)
- Durchbl Nabel: normal
- Vierkammerbl: unauffällig
- Fünfkammerbl: unauffällig
- Wertung progn: günstig

Below the dropdown menus, there are two data tables:

ID	Untersuchdat	Extrakard Fehl
70	10.12.1997	keine

ID	Untersuchdat	Diagnose
70	10.12.1997	

The interface also shows a menu bar (Datei, Bearbeiten, Ansicht, Einfügen, Format, Datensätze, Extras, Fenster), a toolbar, and a taskbar at the bottom with the Start button and several open applications.

Abb.22 Zweite Untersuchungsmaske der Access 97 Datenbank zur Eingabe der Untersuchungsbefunde

Aus dieser Datenbank war es möglich, Auswertungen durch Auswahlabfragen oder Kreuztabellenabfragen vorzunehmen. Die Datensätze konnten in zweidimensionaler Tabellenform dargestellt werden und waren somit auch in Statistikprogramme wie Excel übertragbar.

4 Retrospektive Studie

In dieser Studie wurden 1359 Patientinnen retrospektiv erfasst, die zwischen dem 1.01.96 und dem 31.07.97 in der Pränataldiagnostik der Frauenklinik des Klinikums rechts der Isar München (Leiter: Prof. Dr. K.T.M. Schneider) bzw. der Kinderkardiologie (Fr. Prof. Dr. R. Oberhoffer) der Kinderklinik und Poliklinik der TU München echokardiographisch untersucht worden waren. Die Anamnese wurde anhand vorliegender Befunde retrospektiv erfasst. Die Erstellung des Risikokollektivs, sowie die Einteilung der angeborenen Herzfehlbildungen und Arrhythmien anhand der sonographischen Einstellungsachsen erfolgten analog des Schemas der oben genannten prospektiven Studie.

5 Ergebnisse

Mithilfe der Datenbank wurden die beiden Studien, sowohl im prospektiven, als auch im retrospektiven Kollektiv, hinsichtlich Inzidenz und Verteilung der Einstellungsachsen zur Diagnosefindung ausgewertet. In diesem Kapitel erfolgt eine wertfreie Aufschlüsselung, die Auswirkungen der Ergebnisfindung sollen in der nachfolgenden Diskussion analysiert werden.

5.1 Inzidenz fetaler kardialer Anomalien

Im Folgenden sollen die Inzidenzen fetaler kardialer Anomalien sowohl im prospektiven als auch im retrospektiven Kollektiv aufgezeigt werden. Dabei soll unterschieden werden zwischen der globalen Inzidenz, die sowohl Non-High-Risk- als auch High-Risk-Schwangerschaften mit einschließt, und der unterschiedlichen Inzidenz in den jeweiligen High-Risk- und Non-High-Risk-Kollektiven. Dieser Punkt erscheint besonders interessant, wenn man beachtet, dass die Aufteilung in Risiko- oder Nichtrisiko-Schwangerschaften aufgrund der oben genannten Indikationen bzw. Risikofaktoren getroffen wurde, und ein deutlicher Unterschied der Inzidenz die Indikationskriterien bestätigen kann.

Da zudem eine Unterscheidung in Vitien und Arrhythmien notwendig erscheint, wurden die jeweiligen Inzidenzen fetaler kardialer Anomalien zunächst inklusive Arrhythmien und darauf folgend die Inzidenzen reiner Vitien berechnet.

5.1.1 Inzidenz fetaler kardialer Anomalien im prospektiven Patientenkollektiv

Die Ergebnisse hinsichtlich der Inzidenz im Kollektiv der prospektiven Studie werden vorerst global, ohne Berücksichtigung der Unterscheidung zwischen High-Risk- und Non-High-Risk-Schwangerschaften, vorgestellt.

5.1.1.1 Globale Inzidenz (Risiko und Nichtrisiko) (prospektiv)

5.1.1.1.1 Globale Inzidenz der Herzvitien und Arrhythmien

Von 1680 prospektiv erfassten Schwangerschaften innerhalb des Zeitraums von 1.8.1997 bis 31.7.1998 traten in 25 Fällen kardiale Fehlbildungen und Arrhythmien auf. Dies entspricht einer Inzidenz von 1,5 %.

5.1.1.1.2 Globale Inzidenz der Herzvitien (ohne Arrhythmien)

Innerhalb des Kollektivs von 1680 Schwangerschaften der prospektiven Studie traten 10 Arrhythmien auf. Die Inzidenz reiner fetaler kardialer Vitien beträgt somit 0,9 %.

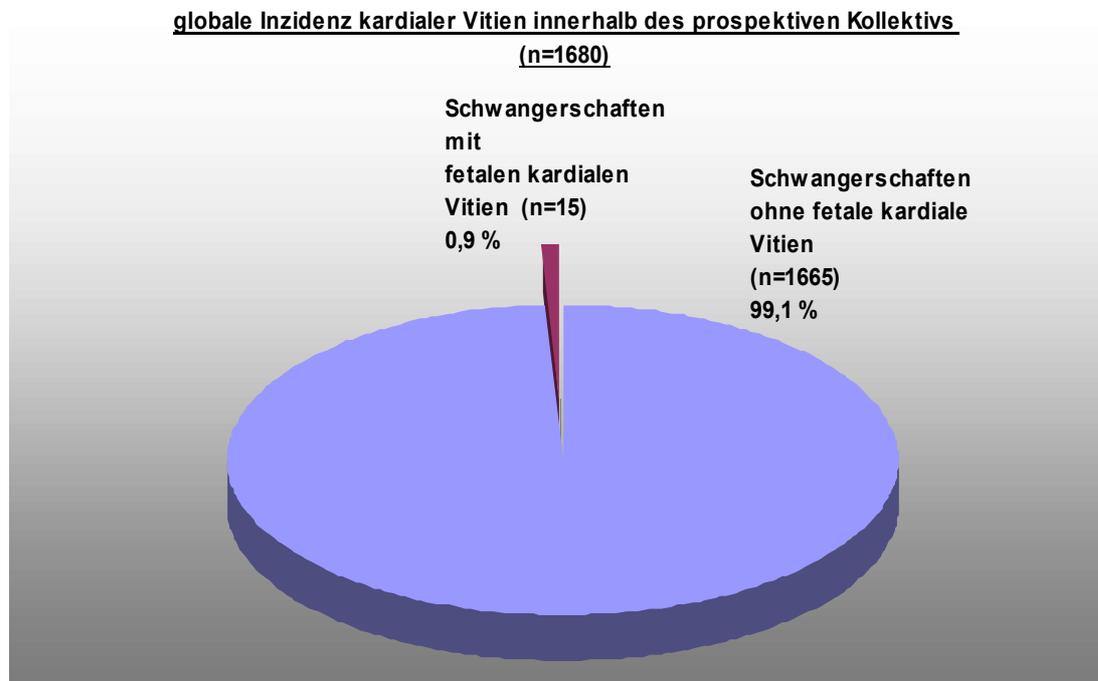


Abb.23 Globale Inzidenz (Risiko und Nichtisiko) fetaler kardialer Vitien (ohne Arrhythmien) innerhalb des prospektiven Gesamtkollektivs mit einem Wert von 0,9%; (n= Fallzahl)

5.1.1.2 Inzidenz fetaler kardialer Anomalien für Risiko- und Nichtrisikoschwangerschaften im prospektiven Kollektiv

Von 1680 Schwangerschaften wurden 1357 (80,8%) als Non-High-Risk und 323 als High-Risk (19,2%) eingestuft. Die Aufteilung erfolgte anhand der oben genannten Risikofaktoren (vgl. Kapitel 3.2).

5.1.1.2.1 Inzidenz fetaler kardialer Anomalien innerhalb des Non-High-Risk-Kollektivs (prospektiv)

5.1.1.2.1.1 Inzidenz der Herzvitien und Arrhythmien innerhalb des Non-High-Risk-Kollektivs

Innerhalb der 1357 Non-High-Risk Schwangerschaften wurden 14 fetale kardiale Anomalien diagnostiziert.

Die Inzidenz für das Auftreten fetaler kardialer Anomalien liegt hier somit bei 1,0%. Der Anteil an der Gesamtheit der kardialen Fehlbildungen liegt in diesem prospektiven Nichtrisikokollektiv bei 56 %.

Inzidenz fetaler kardialer Anomalien innerhalb des Non-High-Risk-Kollektivs (n=1357)

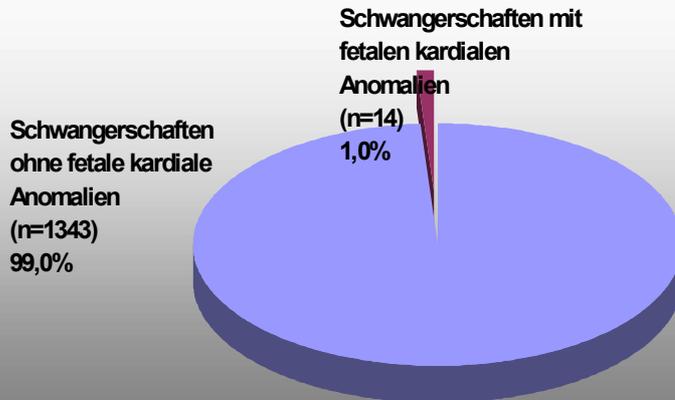


Abb.24 Inzidenz fetaler kardialer Anomalien innerhalb des Non-High-Risk-Kollektivs der prospektiven Studie mit einem Wert von 1,0% (mit Arrhythmien); (n= Fallzahl)

5.1.1.2.1.2 Inzidenz der Herzvitien (ohne Arrhythmien) innerhalb des Non-High-Risk-Kollektivs

Die 14 Anomalien setzten sich aus 9 Arrhythmien und 5 Herzvitien zusammen.

Die Inzidenz reiner kardialer Vitien innerhalb des Non-High-Risk-Kollektivs beträgt somit 0,4%.

Inzidenz der fetalen Herzfehler innerhalb des Non-High-Risk-Kollektivs (n=1357)

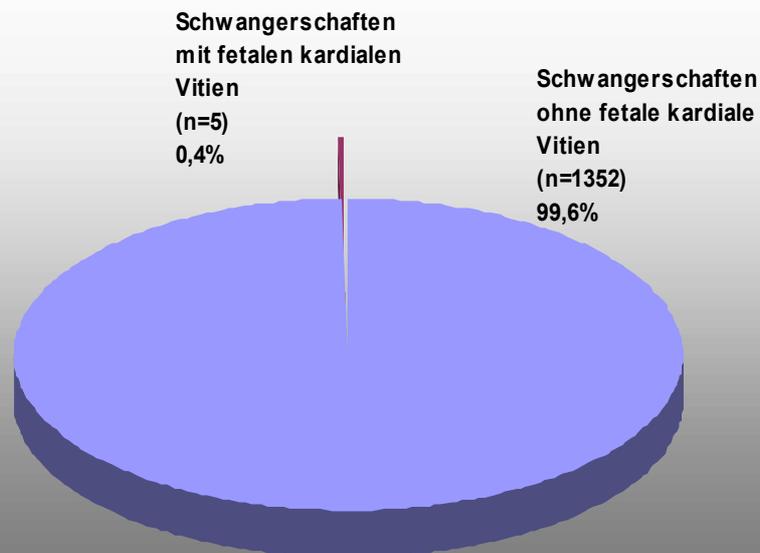


Abb.25 Inzidenz fetaler kardialer Vitien innerhalb des Non-High-Risk-Kollektivs der prospektiven Studie mit einem Wert von 0,5% (ohne Arrhythmien); (n= Fallzahl)

5.1.1.2.2 Inzidenz fetaler kardialer Anomalien innerhalb des High-Risk-Kollektivs (prospektiv)

5.1.1.2.2.1 Inzidenz der Herzvitien und Arrhythmien innerhalb des High-Risk-Kollektivs

Bei 323 untersuchten Risikoschwangerschaften wurden 11 Schwangerschaften mit fetaler kardialer Anomalie festgestellt. Somit ergibt sich eine Inzidenz von 3,4 % für das Auftreten fetaler kardialer Anomalien bei bestehender Risikoschwangerschaft.

Inzidenz fetaler kardialer Anomalien innerhalb des High-Risk-Kollektivs (n=323)

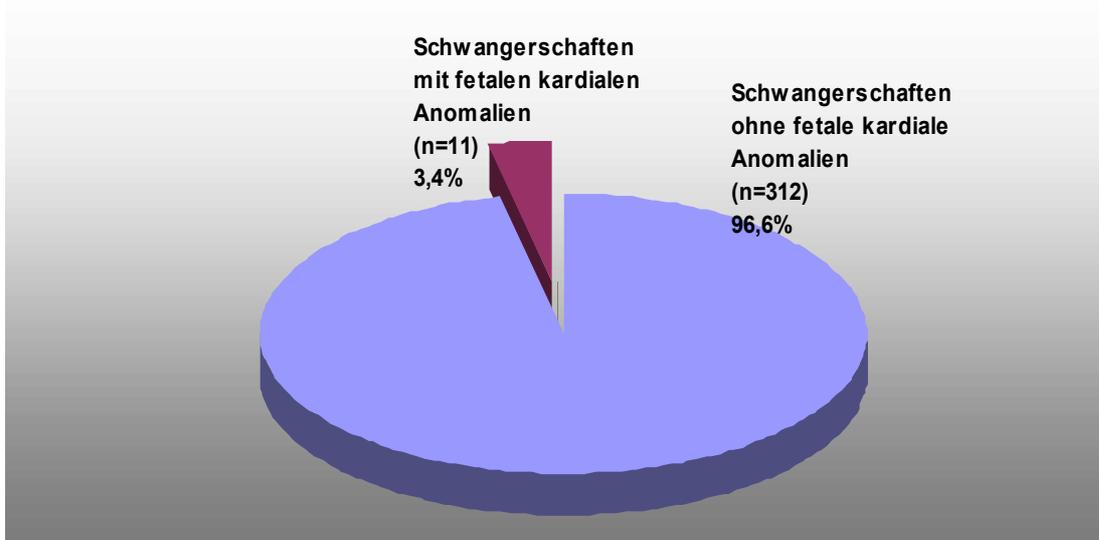


Abb.26 Inzidenz fetaler kardialer Anomalien innerhalb des High-Risk-Kollektivs der prospektiven Studie mit einem Wert von 3,4% (mit Arrhythmien); (n= Fallzahl)

5.1.1.2.2.2 Inzidenz der Herzvitien (ohne Arrhythmien) innerhalb des High-Risk-Kollektivs

Innerhalb des Risikokollektivs der prospektiven Studie fand sich eine Arrhythmie in Form einer Tachykardie. Abzüglich dieser liegt die Inzidenz reiner fetaler kardialer Vitien innerhalb des High-Risk-Kollektivs somit bei 3,1%.

Inzidenz der fetalen Herzfehler innerhalb des High-Risk-Kollektivs (n=323)

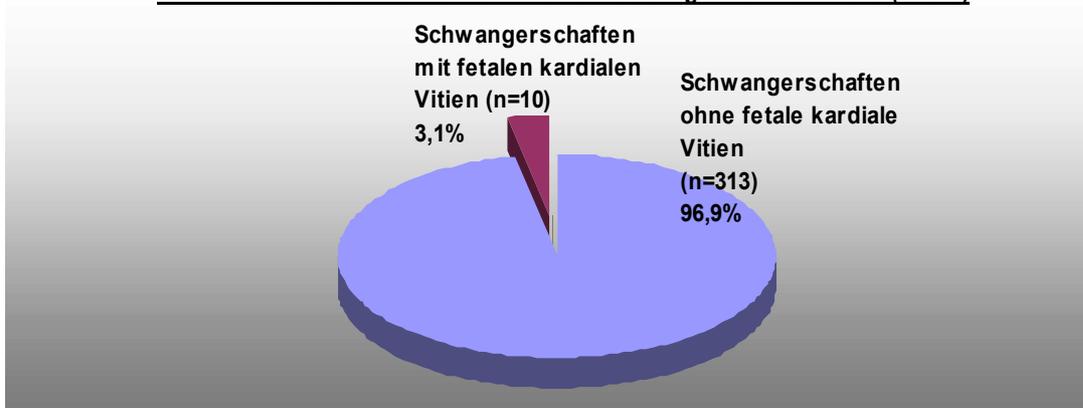


Abb.27 Inzidenz fetaler kardialer Vitien innerhalb des High-Risk-Kollektivs der prospektiven Studie mit einem Wert von 3,1% (ohne Arrhythmien); (n= Fallzahl)

5.1.2 Inzidenz fetaler kardialer Anomalien im retrospektiven Patientenkollektiv

5.1.2.1 Globale Inzidenz (Risiko und Nichtrisiko)

5.1.2.1.1 Globale Inzidenz der Herzvitien und Arrhythmien

Von 1359 retrospektiv erfassten Schwangerschaften innerhalb des Zeitraums von 1.1.1996 bis 31.7.1997, traten in 29 Fällen kardiale Fehlbildungen und Arrhythmien, davon 9 Arrhythmien und 20 reine fetale kardiale Vitien, auf. Dies entspricht einer Inzidenz von 2,1%.

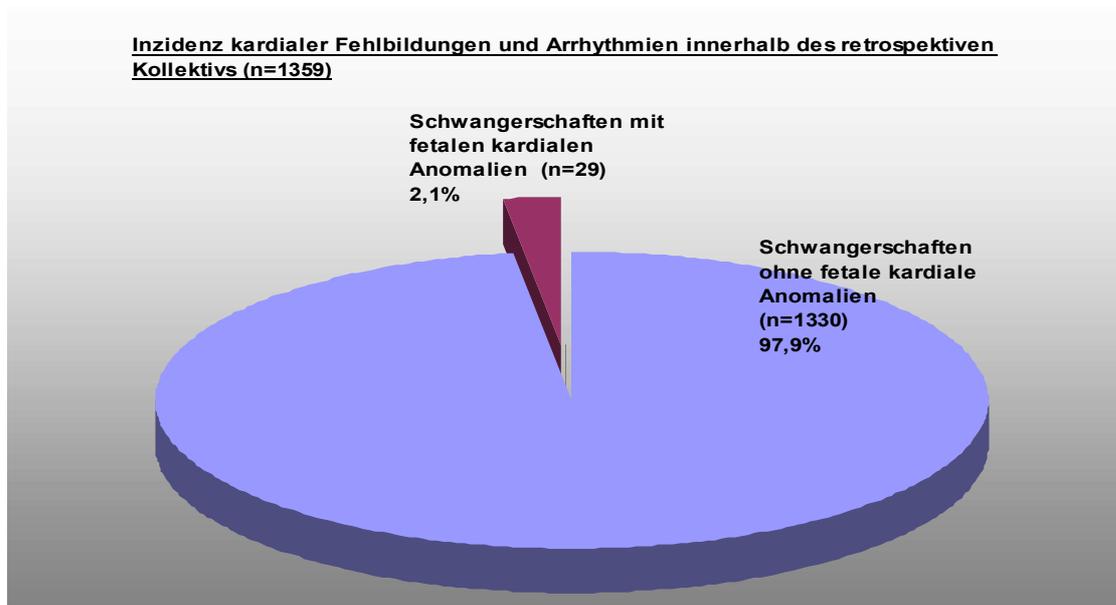


Abb.28 Globale Inzidenz (Risiko und Nichtrisiko) kardialer Fehlbildungen und Arrhythmien innerhalb des retrospektiven Gesamtkollektivs mit einem Wert von 2,1%; (n= Fallzahl)

5.1.2.1.2 Globale Inzidenz der Herzvitien (ohne Arrhythmien)

Die Inzidenz reiner fetaler kardialer Vitien liegt innerhalb des retrospektiven Gesamtkollektivs bei 1,5%.

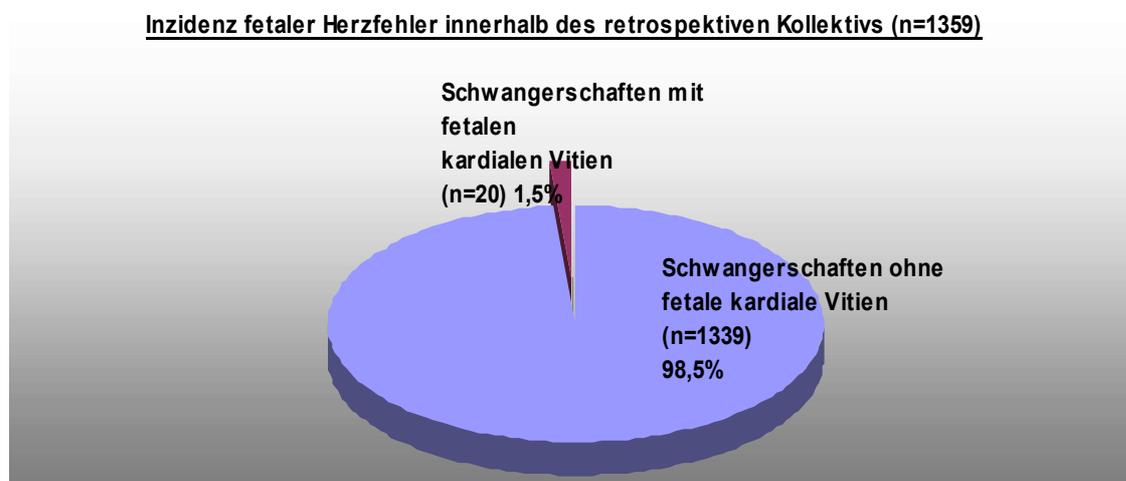


Abb.29 Globale Inzidenz (Risiko und Nichtrisiko) fetaler kardialer Vitien (ohne Arrhythmien) innerhalb des retrospektiven Gesamtkollektivs mit einem Wert von 1,5%; (n= Fallzahl)

5.1.2.2 Inzidenz fetaler kardialer Anomalien für Risiko- und Nichtrisikoschwangerschaften im retrospektiven Kollektiv

Von 1359 Patientinnen wurden 1064 (78,3%) als Non-High-Risk- und 295 (21,7%) als High-Risk-Schwangerschaften eingestuft.

Diese Einteilung erfolgte anhand der zuvor genannten Kriterien (vgl. Kapitel 3.2).

5.1.2.2.1 Inzidenz fetaler kardialer Anomalien innerhalb des Non-High-Risk-Kollektivs (retrospektiv)

5.1.2.2.1.1 Inzidenz der Herzvitien und Arrhythmien innerhalb des Non-High-Risk-Kollektivs

Von 1064 Schwangerschaften, die in das Non-High-Risk-Kollektiv eingeteilt wurden, wiesen 18 Feten eine kardiale Fehlbildung auf. Somit ergibt sich hier eine Inzidenz von 1,7%.

Der Anteil an der Gesamtheit der kardialen Fehlbildungen liegt in diesem retrospektiven Nichtrisikokollektiv bei 62 %.

Inzidenz der Herzfehler und Arrhythmien innerhalb des Non-High-Risk-Kollektivs (n=1064)

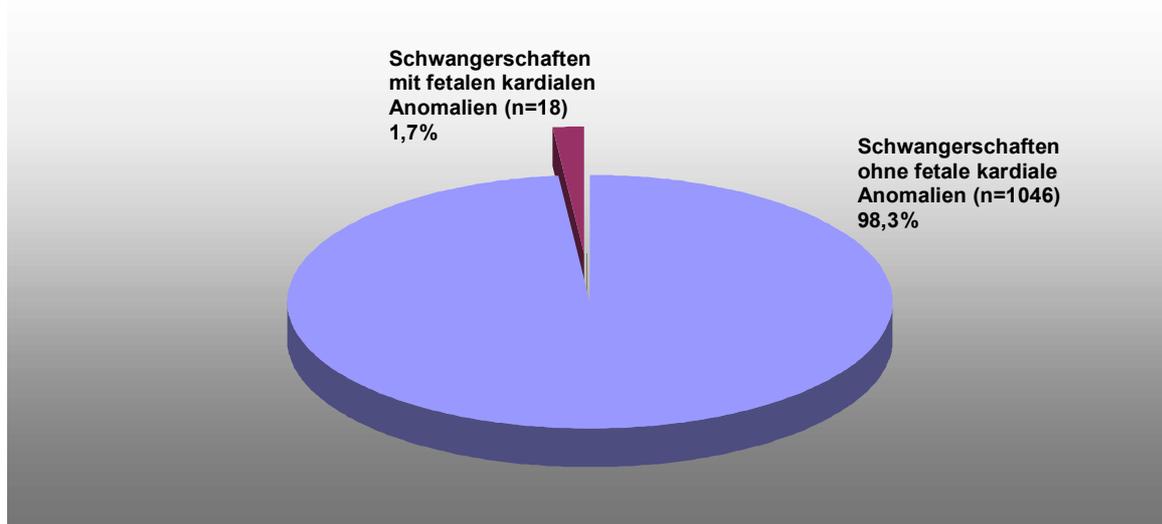


Abb.30 Inzidenz fetaler kardialer Anomalien innerhalb des Non-High-Risk-Kollektivs der retrospektiven Studie mit einem Wert von 1,7% (mit Arrhythmien); (n= Fallzahl)

5.1.2.2.1.2 Inzidenz der Herzvitien (ohne Arrhythmien) innerhalb des Non-High-Risk-Kollektivs

8 der 9 Arrhythmien aus der retrospektiven Studie finden sich im Non-High-Risk-Kollektiv wieder. Daher entspricht die Inzidenz fetaler kardialer Vitien (ohne Arrhythmien) im Nichtrisikokollektiv einem Wert von 0,9%.

Inzidenz der fetalen Herzfehler innerhalb des Non-High-Risk-Kollektivs (n=1064)

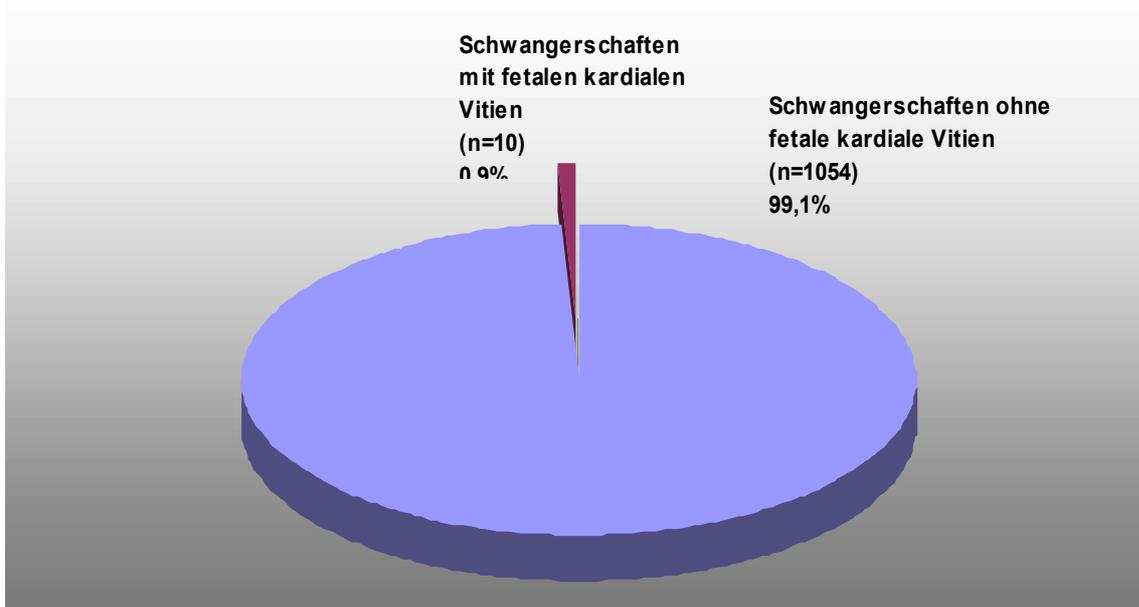


Abb.31 Inzidenz fetaler kardialer Vitien innerhalb des Non-High-Risk-Kollektivs der retrospektiven Studie mit einem Wert von 0,9% (ohne Arrhythmien); (n= Fallzahl)

5.1.2.2.2 Inzidenz fetaler kardialer Anomalien innerhalb des High-Risk-Kollektivs (retrospektiv)

5.1.2.2.2.1 Inzidenz der Herzvitien und Arrhythmien innerhalb des High-Risk-Kollektivs

Innerhalb der 295 Patientinnen des High-Risk-Kollektivs in der retrospektiven Studie konnte in 11 Fällen eine fetale Fehlbildung im Bereich des Herzens nachgewiesen werden, was einer Inzidenz von 3,7% entspricht.

Inzidenz der Herzfehler und Arrhythmien innerhalb des High-Risk-Kollektivs (n=295)

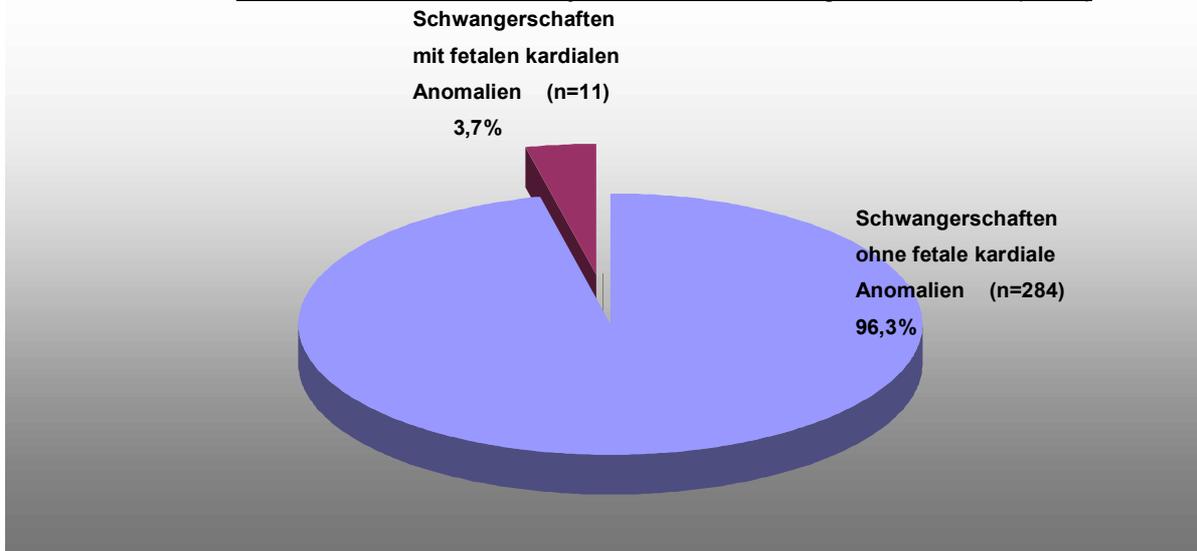


Abb.32 Inzidenz fetaler kardialer Anomalien innerhalb des High-Risk-Kollektivs der retrospektiven Studie mit einem Wert von 3,7% (mit Arrhythmien); (n=Fallzahl)

5.1.2.2.2 Inzidenz der Herzvitien (ohne Arrhythmien) innerhalb des High-Risk-Kollektivs

Es befand sich eine Arrhythmie innerhalb des Risikokollektivs, was zu einer Inzidenz reiner fetaler kardialer Vitien von 3,4% führt.

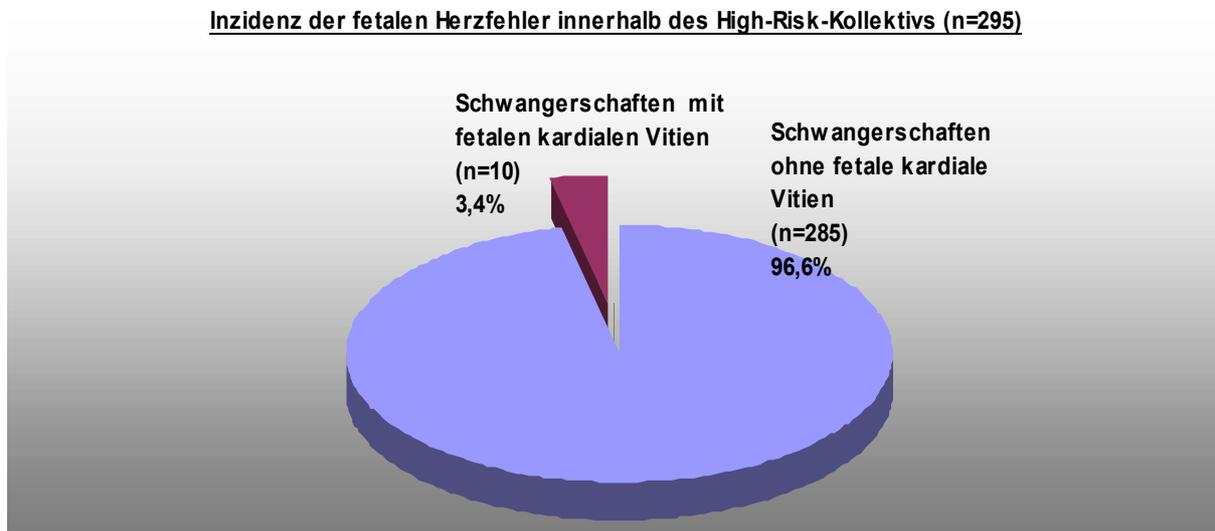


Abb.33 Inzidenz fetaler kardialer Vitien innerhalb des High-Risk-Kollektivs der prospektiven Studie mit einem Wert von 3,4% (ohne Arrhythmien); (n= Fallzahl)

5.2 Verteilung der zur Diagnose fetaler Herzfehler führenden Einstellungsachsen

Mithilfe der dokumentierten Daten soll im Folgenden ein Überblick darüber geschaffen werden, welche Einstellung ausgehend vom Vierkammerblick in der sonographischen Diagnostik mindestens notwendig war, um die entsprechende Diagnose zu stellen. Unter Beachtung der oben beschriebenen Bedeutung (vgl. Kapitel 2.1.2) der verschiedenen Achsen und der Doppleruntersuchung für die Diagnosefindung werden nun die Einstellungen der prospektiven Studie und der retrospektiven Studie einander gegenübergestellt.

5.2.1 Verteilung der zur Diagnose führenden Einstellungsachsen - Prospektiv

Die 25 kardialen Anomalien verteilen sich wie folgt auf die einzelnen echokardiographischen Einstellungsachsen.

Sechzehn Patientinnen wiesen Fehlbildungen oder Arrhythmien auf, die im Vierkammerblick diagnostiziert werden konnten. Davon war bei zehn Schwangerschaften die zusätzliche Anwendung der Dopplerechokardiographie erforderlich. Innerhalb der sechs Fehlbildungen, die alleine durch den

Vierkammerblick diagnostiziert werden konnten, lag bei vier Feten eine Linksherzanomalie und bei zweien eine Rechtsherzanomalie vor. Bei den zehn durch den Vierkammerblick in Verbindung mit der Dopplersonographie diagnostizierten Anomalien lagen ausschließlich rein funktionelle Anomalien, nämlich Arrhythmien, vor.

Anhand des Vierkammerblickes in Verbindung mit der kurzen Achse konnten sechs kardiale Fehlbildungen diagnostiziert werden. Diese setzten sich aus zwei Gefäß- und Kammeranomalien und vier Gefäßanomalien zusammen.

Eine Rechtsherzanomalie konnte anhand des Fünfkammerblicks diagnostiziert werden.

Von den insgesamt vier komplexen Fehlbildungen konnte eine Gefäßanomalie anhand der venoatrialen Konnektion diagnostiziert werden.

Anhand der Einstellung des Aorten- und Ductusbogens konnte eine Diagnose mit Fehlbildung der Aorta gestellt werden.

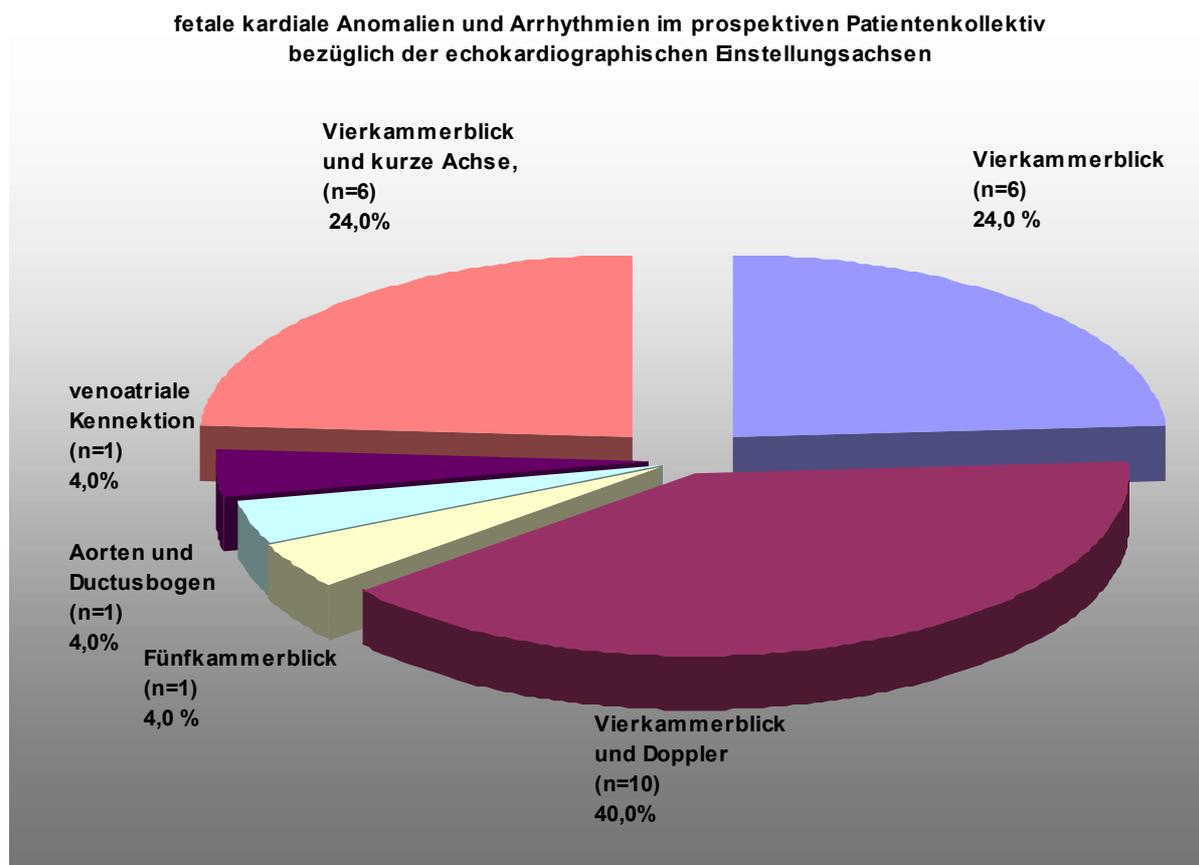


Abb.34 Aufteilung der fetalen kardialen Anomalien (mit Arrhythmien) anhand der zur Diagnosefindung mindestens erforderlichen Einstellungsachsen (prospektiv) (n= Fallzahl)

Um eine Verteilung der zur Diagnose reiner Vitien erforderlichen Einstellungsachsen einzusehen, ergibt sich durch Ausklammerung der zehn Arrhythmien eine andere Schwerpunktsetzung. Da alle zehn Arrhythmien mithilfe des Vierkammerblicks in Verbindung mit der Dopplersonographie diagnostiziert werden konnten, verliert diese sonographische Einstellung an prozentualem Diagnose-Anteil in der prospektiven Studie, wie die folgende Abbildung aufzeigt.

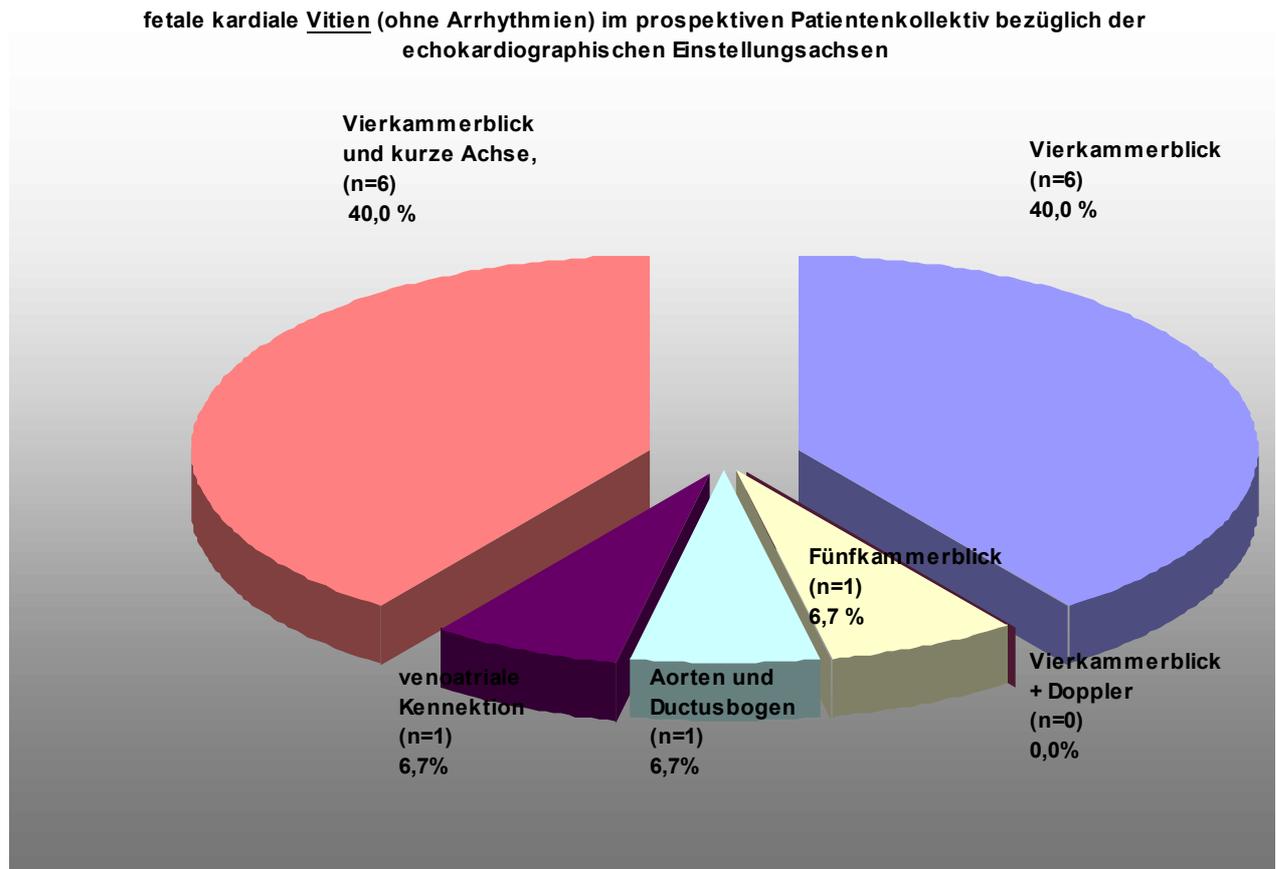


Abb.35 Aufteilung der fetalen kardialen Vitien (ohne Arrhythmien) anhand der zur Diagnosefindung mindestens erforderlichen Einstellungsachsen (prospektiv) (n= Fallzahl)

5.2.2 Verteilung der zur Diagnose führenden Einstellungsachsen-Retrospektiv

Bei der Mehrheit der fetalen kardialen Anomalien war der Vierkammerblick zur Entdeckung von Auffälligkeiten hilfreich, jedoch war meist zusätzlich eine Dopplerechokardiographie zur Erstdiagnose notwendig. Somit waren sieben Herzanomalien alleine mit dem Vierkammerblick zu diagnostizieren, während siebzehn Schwangerschaften zudem der Dopplersonographie bedurften. Innerhalb der Kategorie an fetalen kardialen Anomalien, die alleine durch den Vierkammerblick

diagnostiziert werden konnten, lag viermal eine Anomalie im Bereich der Kammern vor, sowie drei komplexe Fehlbildungen, davon eine im Bereich der Kammern, eine im Bereich der Kammern und Vorhöfe, und schließlich eine Fehlbildung, die sich zudem noch auf die Mitralklappe bezog.

Unter Zuhilfenahme des Vierkammerblicks und der Dopplersonographie konnten von insgesamt siebzehn kardialen Fehlbildungen fünf Anomalien im Bereich des Septums diagnostiziert werden, zehn Arrhythmien, eine Anomalie im Bereich des rechten Herzens mit zusätzlichem Septumdefekt, sowie ein komplexer Herzfehler im Bereich des Septums.

Mithilfe der Einstellung des Aorten- und Ductusbogens konnten zwei Anomalien festgestellt werden, davon lag einmal ein komplexer Herzfehler im Bereich der Aorta vor.

Die venoatriale Konnektion betreffend konnte ein komplexer Herzfehler in diesem Bereich mit zusätzlichem Septumdefekt festgestellt werden.

Mittels des Fünfkammerblicks konnten zwei fetale kardiale Fehlbildungen erkannt werden, davon eine im Bereich des Septums und der Aorta, und schließlich eine Anomalie im Bereich des rechten Herzens.

Die Verteilung der Einstellungen, die zur Diagnosefindung mindestens notwendig waren, wird in der folgenden Abbildung veranschaulicht.

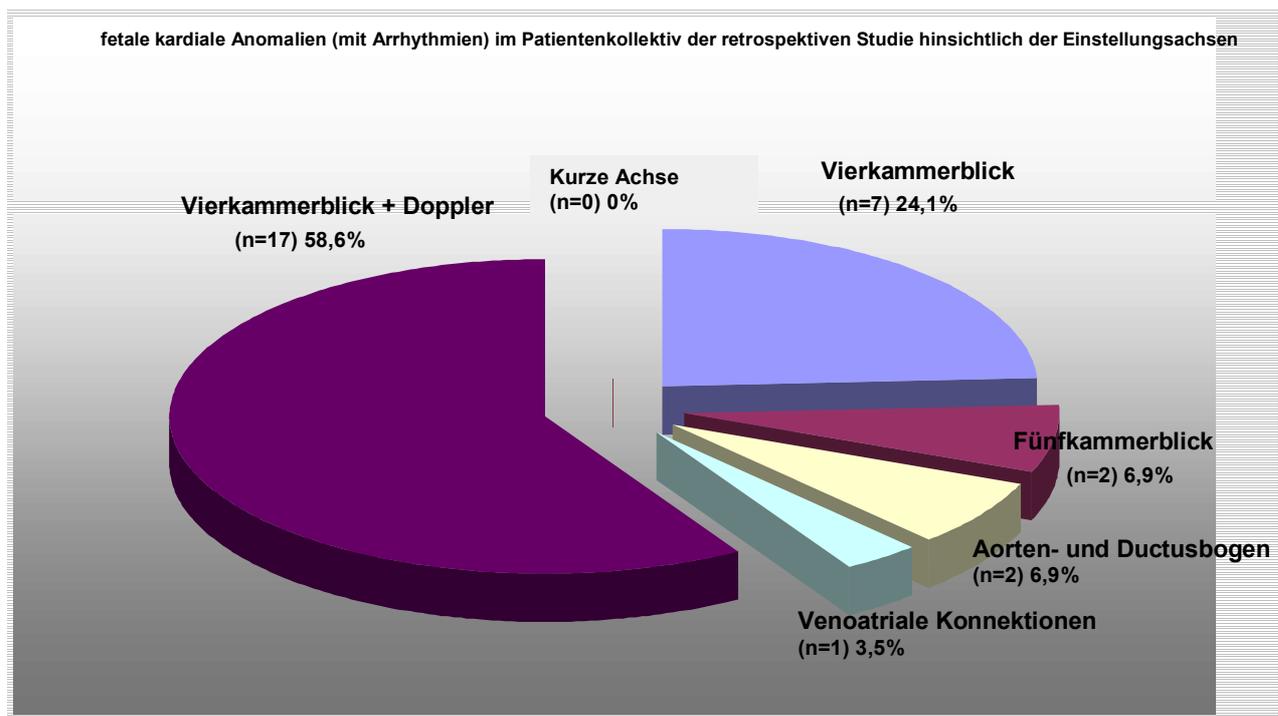


Abb.36 Aufteilung der fetalen kardialen Anomalien (mit Arrhythmien) anhand der zur Diagnosefindung mindestens erforderlichen Einstellungsachsen (retrospektiv) (n= Fallzahl)

Durch Ausklammerung der neun Arrhythmien in der retrospektiven Studie ergibt sich folgende Verteilung: Da alle neun Arrhythmien mithilfe des Vierkammerblicks in Verbindung mit der Dopplersonographie diagnostiziert werden konnten, verliert diese sonographische Einstellung an prozentualem Anteil, wie die nachstehende Abbildung belegt.

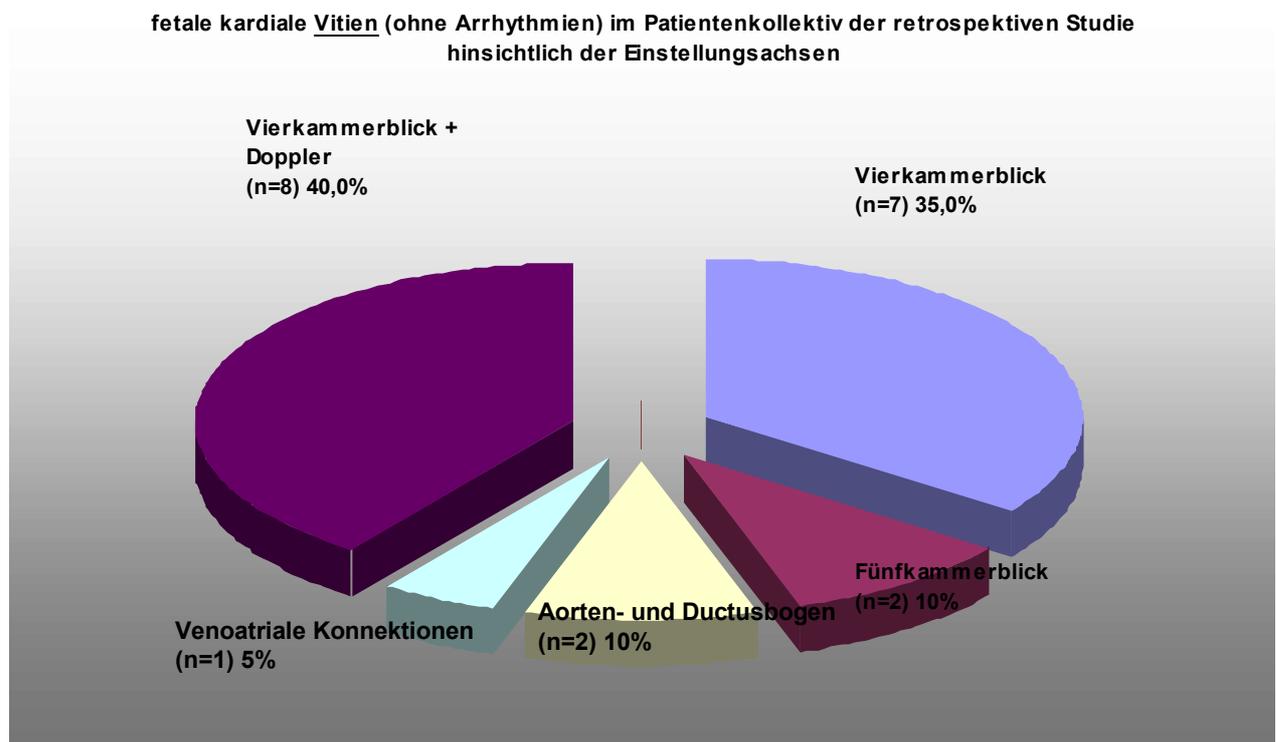


Abb.37 Aufteilung der fetalen kardialen Vitien (ohne Arrhythmien) anhand der zur Diagnosefindung mindestens erforderlichen Einstellungsachsen (retrospektiv) (n= Fallzahl)

5.3 Vergleichende Gegenüberstellung der Ergebnisse der prospektiven und der retrospektiven Studie

Im Folgenden werden die Ergebnisse der prospektiven Studie denen der retrospektiven Studie gegenübergestellt, um so einen Vergleich der beiden Studien zu ermöglichen. Dazu wird analog zur obigen Reihenfolge zuerst die globale Inzidenz der beiden Kollektive verglichen, sodann die Inzidenz des Non-High-Risk-Kollektivs und schließlich die Inzidenz des High-Risk-Kollektivs beider Studien. Im Anschluss wird die Verteilung der zur Diagnose nötigen Einstellungsachsen von retrospektiver und prospektiver Studie gegenübergestellt, um hier einen vergleichenden Überblick zu erhalten.

5.3.1 Vergleich der globalen Inzidenz zwischen prospektiver und retrospektiver Studie

5.3.1.1 Vergleich der globalen Inzidenz der fetalen kardialen Herzanomalien mit Arrhythmien

Bei der prospektiven Studie ließ sich eine Inzidenz fetaler Herzanomalien im Wert von 1,5% ermitteln. Hingegen lag die Inzidenz von Risiko- und Nichtrisikoschwangerschaften zusammengefasst in der retrospektiven Studie bei 2,1%.

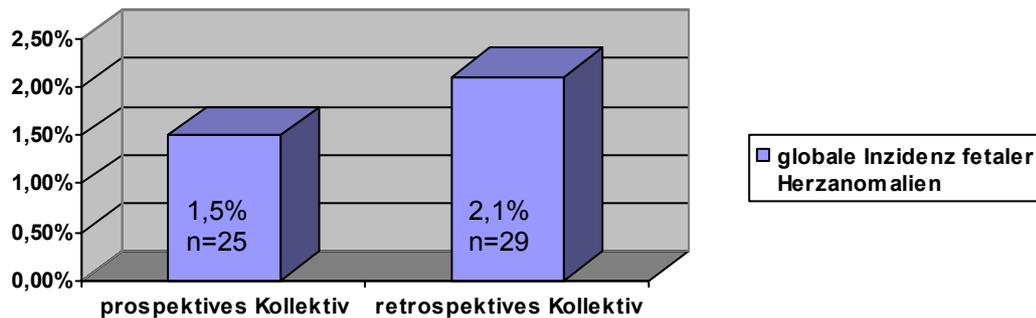


Abb.38 Vergleich der Inzidenz der Gesamtkollektive zwischen prospektiver und retrospektiver Studie mit fetalen Arrhythmien (n= Fallzahl)

5.3.1.2 Vergleich der globalen Inzidenz der fetalen kardialen Vitien (ohne Arrhythmien)

Die Inzidenzen rein struktureller Anomalien von prospektiver und retrospektiver Studie im Vergleich ergeben Folgendes: Die globale Inzidenz im prospektiven Kollektiv entspricht nach Ausklammerung der Arrhythmien für reine fetale kardiale Vitien einem Wert von 0,9%, im retrospektiven Kollektiv indessen 1,5%.

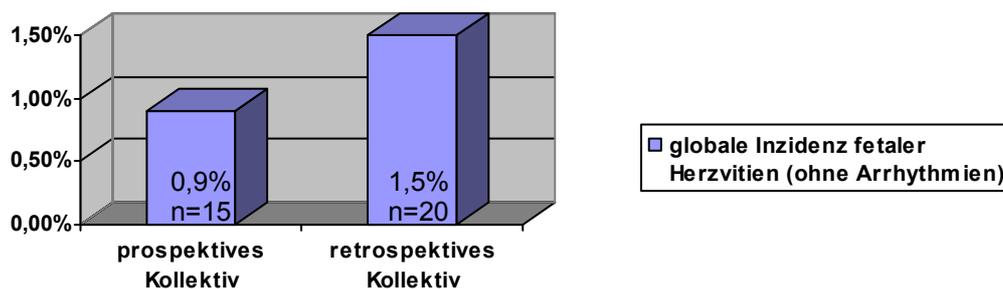


Abb.39 Vergleich der Inzidenz der Gesamtkollektive zwischen prospektiver und retrospektiver Studie ohne fetale Arrhythmien (n= Fallzahl)

Diese Werte liegen somit innerhalb des Rahmens der in der allgemeinen Fachliteratur angegebenen Inzidenz und entsprechen auch den ermittelten Werten vergleichbarer Studien (vgl. (13),(26)).

5.3.2 Vergleich der Inzidenz im Non-High-Risk-Kollektiv zwischen prospektiver und retrospektiver Studie

5.3.2.1 Vergleich der Inzidenz der fetalen kardialen Herzanomalien und Arrhythmien im Non-High-Risk-Kollektiv

Innerhalb der beiden Non-High-Risk-Kollektive ließ sich bei der prospektiven Studie eine Inzidenz fetaler Herzfehlbildungen von 1,0%, bei der retrospektiven Studie von 1,7% feststellen.

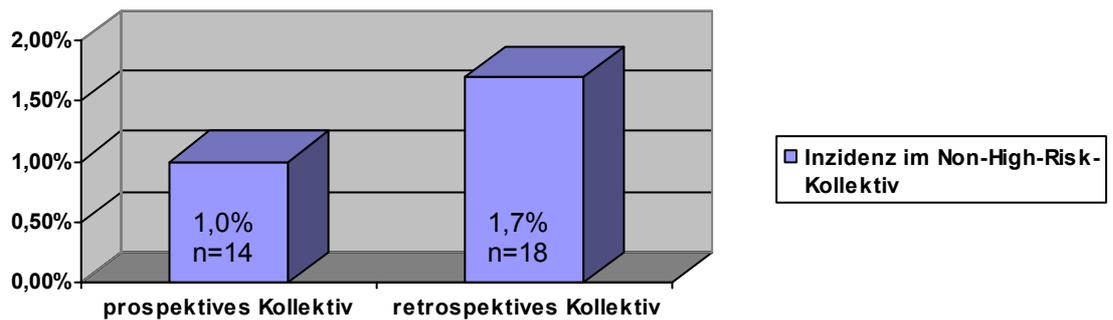


Abb.40 Vergleich der Inzidenz der Non-High-Risk-Kollektive zwischen prospektiver und retrospektiver Studie (mit Arrhythmien) (n= Fallzahl)

5.3.2.2 Vergleich der Inzidenz der fetalen kardialen Vitien (ohne Arrhythmien) im Non-High-Risk-Kollektiv

Bei Betrachtung der reinen Vitien ergab sich bei der prospektiven Studie eine Inzidenz fetaler Herzfehlbildungen von 0,4% und bei der retrospektiven Studie eine Inzidenz von 0,9%.



Abb.41 Vergleich der Inzidenz der Non-High-Risk-Kollektive zwischen prospektiver und retrospektiver Studie (ohne Arrhythmien) (n= Fallzahl)

5.3.3 Vergleich der Inzidenz im High-Risk-Kollektiv zwischen prospektiver und retrospektiver Studie

5.3.3.1 Vergleich der Inzidenz der fetalen kardialen Vitien und Arrhythmien im High-Risk-Kollektiv

Die Inzidenz fetaler Herzanomalien im High-Risk-Kollektiv, also bei Schwangerschaften, die aufgrund verschiedener Indikationen ein erhöhtes Risiko für Fehlbildungen aufwiesen, ließ sich in der prospektiven Untersuchung mit 3,4% und in der retrospektiven Studie mit 3,7% festschreiben, wie anhand der unten stehenden Graphik ersichtlich wird.

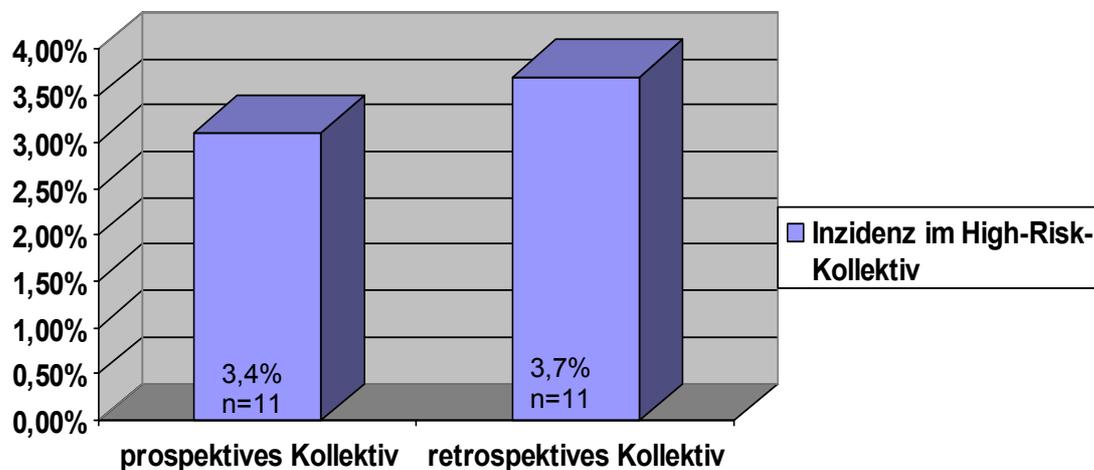


Abb.42 Vergleich der Inzidenz der High-Risk-Kollektive zwischen prospektiver und retrospektiver Studie (mit Arrhythmien) (n= Fallzahl)

5.3.3.2 Vergleich der Inzidenz der fetalen kardialen Vitien (ohne Arrhythmien) im High-Risk-Kollektiv

Bei bestehender Risikoschwangerschaft ergab sich für reine strukturelle Anomalien des fetalen Herzens eine Inzidenz von 3,1% in der prospektiven Studie und von 3,4% in der retrospektiven Studie.

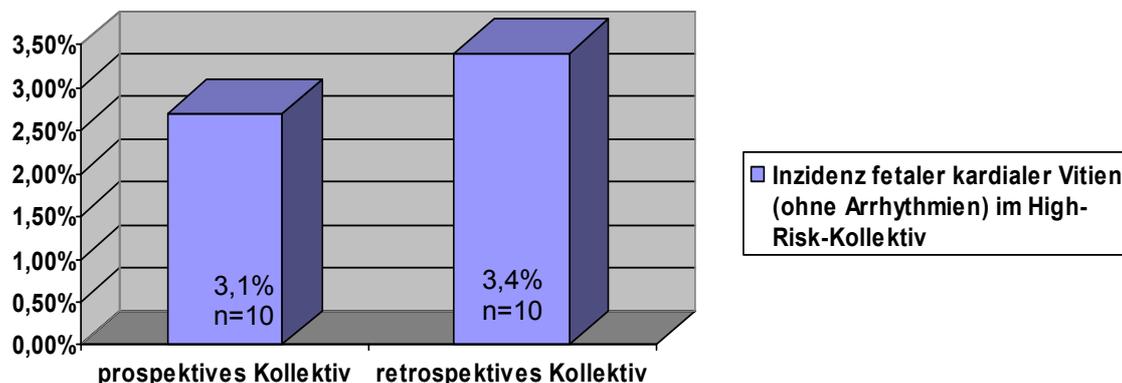


Abb.43 Vergleich der Inzidenz der High-Risk-Kollektive zwischen prospektiver und retrospektiver Studie (ohne Arrhythmien) (n= Fallzahl)

5.3.4 Vergleich der Einstellungsachsen des prospektiven und retrospektiven Kollektivs

In der folgenden Tabelle wird die zur Diagnosefindung notwendige Anwendung der sonographischen Einstellungsachsen hinsichtlich ihrer prozentualen Verteilung beider Studien einander gegenüber gestellt.

Einstellungsachsen	Prospektive Studie (n=25)	Retrospektive Studie (n=29)
Vierkammerblick	24,0%	24,1%
Fünfkammerblick	4,0%	6,9%
Vierkammerblick + Doppler	40,0%	58,6%
Aorten- und Ductusbogen	4,0%	6,9%
Vierkammerblick + kurze Achse	24,0%	0,0%
Venoatriale Konnektion	4,0%	3,5%

Abb.44 Vergleich des prozentualen Anteils der zur Diagnosefindung erforderlichen Einstellungsachsen des prospektiven und retrospektiven Kollektivs (mit Arrhythmien) (n= Fallzahl)

Damit wird ersichtlich, dass in beiden Studien als minimale Einstellungsebene der Vierkammerblick in Verbindung mit der Dopplersonographie am häufigsten benötigt wurde, um die korrekte Diagnose zu erzielen. Während in der prospektiven Studie diese Einstellungskombination mit 40,0% schon einen sehr hohen Wert erreicht, wurde ihre Anwendung in der retrospektiven Studie bei mehr als der Hälfte der fetalen Herzanomalien zur Diagnosefindung erforderlich. Die Verwendung des Vierkammerblicks alleine war bei einem vergleichsweise ebenfalls relativ hohen Anteil von Nutzen, bei der prospektiven Studie mit 24,0%, innerhalb der retrospektiven Untersuchung mit 24,1%. Ein deutlicher Unterschied zwischen den beiden Studien tritt bei der Betrachtung der Anwendungshäufigkeit der kurzen Achse hervor. Während es in der retrospektiven Untersuchung ihrer Verwendung überhaupt nicht bedurfte, kam sie innerhalb der prospektiven Studie in Kombination mit dem Vierkammerblick mit einem Anteil von 24% zu einem häufigen notwendigen Einsatz. Dies kann dadurch erklärt werden, dass bestimmte strukturelle Anomalien, wie beispielsweise TGA, ausschließlich im prospektiven Patientenkollektiv auftraten, und diese vorzugsweise unter Einstellung der kurzen Achse ausgehend vom Vierkammerblick diagnostiziert werden können (21). Anhand des Fünfkammerblicks ausgehend vom Vierkammerblick konnten im prospektiven Kollektiv 4,0% und im retrospektiven Kollektiv 6,9% der Herzanomalien diagnostiziert werden. Die Anwendung des Aorten- und Ductusbogens führte zur gleichen anteilmäßigen

Verteilung. Mithilfe der Einstellung der venoatrialen Konnektion konnte in beiden Studien jeweils eine Anomalie diagnostiziert werden.

Vergleicht man jedoch nur die zur Diagnose fetaler kardialer Vitien (ohne Arrhythmien) erforderlichen Einstellungsachsen der beiden Studien, ergibt sich ein verschobenes Bild.

Einstellungsachsen	Prospektive Studie (n=16)	Retrospektive Studie (n=20)
Vierkammerblick	40,0%	35,00%
Fünfkammerblick	6,7%	10,00%
Vierkammerblick + Doppler	0,0%	40,00%
Aorten- und Ductusbogen	6,7%	10,00%
Vierkammerblick + kurze Achse	40,0%	0,00%
Venoatriale Konnektion	6,7%	5,00%

Abb.45 Vergleich des prozentualen Anteils der zur Diagnosefindung erforderlichen Einstellungsachsen des prospektiven und retrospektiven Kollektivs fetaler kardialer Vitien (ohne Arrhythmien) (n= Fallzahl)

Das Ausklammern der Arrhythmien bewirkt, dass in der prospektiven Studie die Schnittebene des Vierkammerblicks in Verbindung mit der Dopplersonographie im Gegensatz zur retrospektiven Studie gar nicht benötigt wird und daher ihren prozentualen Höchstwert in der Verteilung der Einstellungen verliert. Somit wurde die Einstellung des Vierkammerblicks in Verbindung mit der kurzen Achse in der prospektiven Studie zur Diagnose von Vitien (ohne Arrhythmien) als minimale Einstellung am häufigsten benötigt.

6 Diskussion

6.1 Methodik des Studienaufbaus

Die Studien erheben nicht Anspruch auf Allgemeingültigkeit, da die geringen Fallzahlen nicht ausreichen, um eine allgemein gültige Aussage über die Gesamtpopulation zu treffen.

Zudem muss man von einer Konzentration eines entsprechenden Patientenkollektivs ausgehen, da die in den Studien beteiligten Praxen sowie das Pränatalzentrum auf Fehlbildungen spezialisiert sind. Somit kann die Inzidenz im Hinblick auf die Gesamtpopulation hier etwas erhöht sein.

Analog zu den verschiedenen Untersuchern muss auch von einer unterschiedlichen, nicht komplett standardisierten Untersuchungsweise ausgegangen werden.

Die Untersucher wurden im Gegensatz zur retrospektiven Studie bei der prospektiven Studie angewiesen, jede Untersuchung in die Studie mit einfließen zu lassen und zu dokumentieren. Die Studie erfolgte direkt nach Einführung eines zweijährigen Teachingprogramms zur fetalen Echokardiographie für die im Klinikum rechts der Isar und kooperierend tätigen Pränataldiagnostiker.

Daher war das Bewusstsein der Untersucher dahingehend beeinflusst, dass eventuell genauer auf das fetale Herz geachtet wurde. Eine dahingehende Verschiebung der Ergebnisse der beiden Studien konnte aber nicht nachgewiesen werden.

Der Untersuchungszeitpunkt variierte je nachdem, wann die Patientinnen zur Untersuchung erschienen bzw. überwiesen wurden. Der optimale Zeitpunkt jedoch ist laut Brook et al. (9) die 18. bis 22. Schwangerschaftswoche, was in unseren Studien nicht berücksichtigt werden konnte.

Schwierigkeiten traten zudem damit auf, eine Zuordnung zu einer bestimmten Fehlbildung - und damit zu einer bestimmten zur Diagnose minimal erforderlichen Einstellungsachse - zu treffen, im Falle, dass bei einem Fetus mehrere kardiale Fehlbildungen vorlagen.

6.1.1 Besonderheiten in der Methodik der prospektiven Studie

Eine mangelhafte Compliance seitens der Mutter hinsichtlich der Einhaltung der postpartalen Untersuchungstermine führt zu unvollständigen Daten. So konnte die Validität der fetalen Echokardiographie in Bezug auf Sensitivität und Spezifität nicht

geprüft werden, was zu einem der ursprünglichen Studienziele zählte. Die zum Vergleich der prä- und postpartalen Echokardiographiebefunde angestrebte postnatale Diagnose konnte nur in 6,3% des Gesamtkollektivs erhoben werden. Allerdings wurden alle der 25 Neugeborenen, bei denen ein Herzfehler pränatal diagnostiziert wurde, auch postnatal untersucht (vgl. Kapitel 3.3.6).

6.1.2 Besonderheiten in der Methodik der retrospektiven Studie

Bei einer retrospektiven Studie treten grundsätzlich verschiedene Probleme bei der Datenerhebung auf. Hier sind vor allem eventuell unvollständige Aktdaten zu nennen. Bei leichteren Herzfehlern wird oftmals nur eine oberflächlichere Dokumentation vorgenommen, während bei schweren Herzfehlern ausführliche Beschreibungen im Hinblick auf die notwendige postnatale Therapie dokumentiert werden.

6.1.3 Besonderheiten in der Methodik des Vergleichs

Der Vergleich von retrospektiver Studie mit der prospektiven Studie ging zwar von einer annähernd gleichwertigen Patientenzahl aus, jedoch muss auch hier darauf hingewiesen werden, dass die Zeitspanne der beiden Studien sich derart unterschied, dass in der prospektiven Studie ein Zeitraum von einem Jahr untersucht wurde, hingegen griff die retrospektive Studie auf einen Zeitraum von eineinhalb Jahren zurück. Diese Zeitspannen wurden so gewählt, da die annähernd gleiche Größe des Patientenguts für wichtiger befunden wurde, als eine gleiche Zeitspanne. Die retrospektive Studie konnte nicht analog zur prospektiven Studie auf die Daten von den drei Pränatalzentren zurückgreifen, sondern berief sich nur auf die Daten, die im Pränatalzentrum des Klinikums Rechts der Isar, sowie der Kinderkardiologie der TU München erfasst worden waren. Daher wurde für die retrospektiven Daten auf einen längeren Zeitraum zurückgegriffen, um ein annähernd gleich großes Patientenkollektiv aufzeichnen zu können.

6.2 Diskussion der Ergebnisse

6.2.1 Vergleich der globalen Inzidenz

Die Inzidenz fetaler Herzfehler definierte sich bislang meist ausschließlich durch die postnatal bekannten Zahlen kardialer Fehlbildungen, die anhand von retrospektiven Studien, die auch die Entdeckung von Herzfehlern durch kinder-kardiologische bzw. autoptische Untersuchungen mit einschließen, erstellt wurden. Mittels der prospektiven Studie der vorliegenden Arbeit sollte gezeigt werden, dass eine genaue und fachlich kompetente pränatale Diagnose alle Herzfehler pränatal entdecken und richtig diagnostizieren kann. Daraus kann folgende Hypothese abgeleitet werden: Wenn die Qualität der pränatalen Diagnostik angeborener Herzfehler in dieser prospektiven Studie durch hinsichtlich Indikationsstellung und Untersuchung bei fetalen Herzfehlern erfahrene und darauf spezialisierte Pränataldiagnostiker (Degum II und III) gegeben ist, dann ist davon auszugehen, dass Inzidenz und Spektrum angeborener Herzfehler nicht wesentlich von den bislang bekannten und retrospektiv gewonnenen Daten differieren. Je erfahrener und fachlich kompetenter in der pränatalen Diagnose angeborener Herzfehler der jeweilige Untersucher ist, desto wahrscheinlicher ist eine annähernd deckungsgleiche Inzidenz einer prospektiven zu einer retrospektiven Erhebung. Ist dies der Fall, so kann gefolgert werden, dass Teaching-Programme, wie in der vorliegenden Studie angewandt, dazu verhelfen können, eine bessere pränatale Diagnostik zu sichern, was wiederum zu einer Optimierung des vorgeburtlichen und perinatalen Managements führt.

Die Inzidenz fetaler kardialer Fehlbildungen wird in der Fachliteratur allgemein mit einem Wert von etwa 0,5%-1% (38) beziffert. In der vorliegenden Arbeit betrug die Inzidenz fetaler kardialer Anomalien (mit Arrhythmien) in der retrospektiven Studie 2,1% und in der prospektiven Studie 1,5%. Die Inzidenz reiner fetaler Herzvitien (ohne Arrhythmien) betrug in der retrospektiven Studie 1,5% und in der prospektiven Studie 0,9%.

Diese leichte Erhöhung der Inzidenzwerte gegenüber des in der Fachliteratur genannten Wertes können dadurch erklärt werden, dass, wie bereits in Kapitel 6.1 erwähnt, durch die drei in den Studien beteiligten Pränatalzentren, die auf Fehlbildungen spezialisierte Zentren darstellen, von einer gewissen Konzentration eines entsprechenden Patientenkollektivs ausgegangen werden kann.

Aus dieser annähernd deckungsgleichen Inzidenz kann gefolgert werden, dass durch die durch Teachingprogramme fachlich geschulten Untersucher schon pränatal eine

hohe Aufdeckungsrate von Herzfehlern möglich wird, was wiederum zur Optimierung des perinatalen, präoperativen und therapeutischen Managements führt. Eine hohe Erkennungsrate in der pränatalen Diagnostik geht somit mit einer qualitativ hochwertigen Schulung der Untersucher einher. Somit konnte die Hypothese bewiesen werden, dass Teachingprogramme positiven Einfluss auf die pränatale Echokardiographie haben.

6.2.2 Vergleich der Inzidenz innerhalb High-Risk- und Non-High-Risk-Kollektiven

Wie auch anhand bisheriger Studien (26) gezeigt wurde, konnte in unseren beiden Studien ein erhöhtes Auftreten von Herzfehlern in den High-Risk-Kollektiven im Vergleich zu den Non-High-Risk-Kollektiven nachgewiesen werden, womit die Hypothese, dass in Hochrisikoschwangerschaften fetale Herzfehler häufiger vorkommen, bewiesen ist.

Ohne Arrhythmien, also die reinen strukturellen Herzfehler betreffend, lag die Inzidenz der prospektiven Studie im Non-High-Risk-Kollektiv bei 0,4%, im High-Risk-Kollektiv bei 3,1%. In der retrospektiven Studie lag die Inzidenz der kardialen Vitien im Non-High-Risk-Kollektiv bei 0,9%, im High-Risk-Kollektiv bei 3,4%.

Ähnliches ergab sich für die Inzidenzen fetaler kardialer Anomalien mit Arrhythmien: So stand in der prospektiven Studie eine Inzidenz von 1,0% im Non-High-Risk-Kollektiv einer Inzidenz von 3,4% im High-Risk-Kollektiv gegenüber, während in der retrospektiven Studie im Non-High-Risk-Kollektiv eine Inzidenz von 1,7% und im High-Risk-Kollektiv eine Inzidenz von 3,7% festgestellt wurde.

Dieser Punkt erscheint besonders interessant, wenn man beachtet, dass die Aufteilung in Risiko- oder Nichtrisiko-Schwangerschaften aufgrund der oben genannten Indikationen bzw. Risikofaktoren getroffen wurde, und ein deutlicher Unterschied der Inzidenz die Indikationskriterien (50) bestätigen kann. Daraus kann gefolgert werden, dass bei Vorliegen der o.g. Risikofaktoren eine genaue Untersuchung des fetalen Herzens besonders wichtig erscheint. Auch Hofbeck et al. (31) bestätigen in ihrer Publikation die von uns genannten Indikationskriterien zur Einteilung eines Risikokollektivs. Die diesbezüglichen Indikationen, wie in Kapitel 2.2 aufgelistet, sollten somit von jedem zuweisenden bzw. untersuchenden Kollegen besondere Beachtung finden. Allerdings muss hierbei bemerkt werden, dass in unseren Studien 56% bzw. 62% der fetalen Herzfehlbildungen in Schwangerschaften

auftraten, in denen keine Risikofaktoren bekannt waren. Allgemein können bis zu 90% der fetalen Herzfehlbildungen in Schwangerschaften auftreten, in denen keine Risikofaktoren bekannt sind (26).

Daher sollte das Bewusstsein der Pränataldiagnostiker dafür geschärft werden, dass auch bei Nichttrisikoschwangerschaften, aufgrund des gehäuften Auftretens fetaler Herzfehler allgemein, die Möglichkeit einer kardialen Anomalie nicht unberücksichtigt bleiben darf (1).

6.2.3 Vergleich der Inzidenz im High-Risk- bzw. Non-High-Risk-Kollektiv zwischen beiden Studien

Da sich die beiden Studien hinsichtlich der globalen Inzidenz, die Risiko- als auch Nichttrisikoschwangerschaften mit einschließt, geringfügig unterscheiden, indem das retrospektive Kollektiv eine leicht erhöhte Inzidenz gegenüber der prospektiven Studie aufweist, spiegelt sich diese Differenz auch in der Unterscheidung in Non-High-Risk-Kollektiv und High-Risk-Kollektiv wieder. Somit kann nicht von einem verhältnismäßig signifikanten Unterschied der beiden Studien hinsichtlich dieser Inzidenzen gesprochen werden.

6.2.4 Erforderliche Einstellungsachsen und Methoden

Hinsichtlich der Ergebnisse in Kapitel 5.3.4 muss zunächst angemerkt werden, dass eine genaue Unterscheidung zwischen gepulstem und farbkodiertem Doppler hier aufgrund der geringen Fallzahl an Herzvitien vernachlässigt wurde. Zur Klärung soll jedoch angemerkt werden, dass zur Diagnose von Arrhythmien beide Techniken angewandt werden, bei VSD lediglich der farbkodierte Doppler. Die sonographische Technik des M-Modes kann ebenfalls zur Diagnostik von Arrhythmien und Vitien angewandt werden, allerdings wurden in unserem Studiendesign die Dopplersonographie bevorzugt.

Die Erkennungsrate fetaler Herzanomalien mittels des Vierkammerblicks variiert in der anhand bisheriger Studien erstellten Literatur von 40%-60% (20), (18). Anhand der vorliegenden Arbeit konnte aber gezeigt werden, dass der Vierkammerblick in seiner alleinigen Anwendung nicht ausreicht, um eine so hohe Erkennungsrate zu rechtfertigen. Mittels unserer Studien ergab sich eine Erkennungsrate fetaler

Herzanomalien (mit Arrhythmien) durch den Vierkammerblick von 24,0% in der prospektiven Studie und 24,1% in der retrospektiven Studie. Erst in Kombination mit der Dopplersonographie konnte in der prospektiven Studie ein Wert von 40%, sowie von 58,6% in der retrospektiven Studie erreicht werden.

Abzüglich der Arrhythmien ergab sich für reine fetale Herzvitien eine andere Verteilung der Einstellungsachsen: So lag die Erkennungsrate durch die alleinige Einstellung des Vierkammerblicks in der prospektiven Studie bei 40%, in der retrospektiven Studie hingegen bei 35%. Somit wird allein mit der vorliegenden prospektiven Studie nur der untere Wert der in der Literatur genannten Erkennungsrate (20), (18) erreicht. Daher wollen wir mit dieser Arbeit das Postulat von Copel et al. (18), den Vierkammerblick als minimale Einstellungsachse als Routineuntersuchung einzuführen, erweitern, indem gefordert wird, zusätzlich weitere Einstellungsebenen über den Vierkammerblick hinaus innerhalb von Teachingprogrammen den zuweisenden Kollegen als notwendige Kenntnisse zu vermitteln. Im Falle der vorliegenden Studie hat sich die Dopplersonographie als zusätzlich notwendige Technik, vor allem zur Diagnose von Rhythmusstörungen, herausgestellt. Zur Diagnose von strukturellen Herzfehlern wie TGA empfiehlt sich eine Anwendung der Einstellung der kurzen Achse ausgehend vom Vierkammerblick, so konnten in der prospektiven Studie insgesamt 24,0% der fetalen Herzfehler damit aufgedeckt werden. Dass eine Anwendung der kurzen Achse in der retrospektiven Studie nicht notwendig war, ist auf die geringe Fallzahl zurückzuführen, da im Allgemeinen die TGA 5-9% aller angeborener Herzfehler (65) ausmacht, jedoch in der retrospektiven Studie nicht diagnostiziert wurde.

Allerdings kann aufgrund der niedrigen Fallzahl von fetalen Herzanomalien insgesamt also kein Anspruch auf Allgemeingültigkeit erhoben werden, so wird in den Leitlinien der Arbeitsgemeinschaft für maternofetale Medizin der Deutschen Gesellschaft für Gynäkologie und Geburtshilfe bestätigt: „[...] Studien der fetalen Gefäße zeigen derzeit keinen Nutzen eines dopplersonographischen Screenings in unausgewählten Kollektiven.“ (63) Es kann lediglich festgestellt werden, dass der Vierkammerblick alleine für eine erfolgreiche pränatale Diagnose fetaler Herzfehler nicht als ausreichend angesehen werden kann.

6.3 Konsequenzen

Obwohl mittlerweile die Technik durch hochauflösende Ultraschallgeräte für die Diagnose fetaler Herzfehler mehr als ausreichend gegeben ist, werden fetale Herzfehler häufig übersehen (29), oft erfolgt zudem, wenn überhaupt, nur eine Untersuchung bei gegebener Indikation, also bei vorliegenden Risikofaktoren. Als Standard für die Diagnosefindung wurde durch die bisherige Literatur der Vierkammerblick gefordert. Jedoch konnte mit der vorliegenden Arbeit gezeigt werden, dass dieser alleine für eine erfolgreiche Pränataldiagnostik fetaler kardialer Anomalien nicht als ausreichend gewertet werden kann.

Um eine sinnvolle Pränataldiagnostik kongenitaler Herzfehlbildungen zu gewährleisten, ist es notwendig, dass der Untersucher nicht nur über ein umfangreiches Wissen hinsichtlich des Spektrums, der Häufigkeit und der Verteilung kongenitaler Herzfehler verfügt (16). Vielmehr sind die verschiedenen Methoden der Echokardiographie in ihrer Anwendung und Bedeutung als erforderliche Kenntnisse anzusehen. Daher sind Teachingprogramme, in denen die Untersucher hinsichtlich des Vorgehens bei der Echokardiographie geschult werden, eine gute Möglichkeit, die Pränataldiagnostik fetaler Herzanomalien voranzubringen. Mit der Erarbeitung neuer Leitlinien für das Vorgehen beim Screening kann die erforderliche Vorgehensweise auch für Nichtspezialisten transparenter werden. So sollte eine kardiale Screeninguntersuchung in die Leitlinien miteingearbeitet werden, die über den Vierkammerblick hinausgeht. Denn bis zu 90% aller fetalen Herzanomalien (3), (27), in unseren Studien 56% bzw. 62%, zeigen keine Risikofaktoren auf und werden somit einem Nichtrisikokollektiv zugeordnet. Mit dem bislang durchgeführten Fehlbildungsscreening im 2. Trimenon werden noch äußerst wenig isolierte Herzfehler von Nichtspezialisten diagnostiziert. Erst mit einer kardialen Screeninguntersuchung könnte eine Verbesserung der Situation erreicht werden. Folgt man der Angabe in der allgemeinen Literatur, so können etwa 40% der fetalen kardialen Anomalien mittels Vierkammerblick diagnostiziert werden, wobei nach verschiedenen prospektiven Studien allerdings zumeist nur 20% der im Vierkammerblick diagnostizierbaren Vitien erkannt werden (26). Durch die zusätzliche Darstellung der Ausflusstrakte und großen Arterien ist aber laut einer Studie von Gembruch und Chaoui (26) eine Erkennungsrate von über 65% erreichbar. Anhand unserer beiden Studien konnte die Erkenntnis, dass die minimal

postulierte Einstellungsachse des Vierkammerblicks einer Erweiterung bedarf, nochmals bestätigt werden.

Denn mit einer erfolgreichen pränatalen Diagnostik fetaler kardialer Anomalien geht nicht nur ein positiver Effekt auf das perinatale Management und die postoperative Behandlung einher (27), sondern sie stellt auch eine gute Möglichkeit für die betroffenen Eltern dar, sich durch intensive Beratungsgespräche auf die Folgen einer solchen Diagnose rechtzeitig einzustellen (62).

7 Zusammenfassung

In dieser Arbeit wurden 1680 Schwangerschaften prospektiv, sowie 1359 Schwangerschaften retrospektiv, die im Zeitraum vom 01.08.97 bis 31.07.98 bzw. 01.01.96 bis 31.07.97 echokardiographisch in drei Pränatalzentren in München untersucht wurden, hinsichtlich Zugehörigkeit zu einer Risikogruppe und Art der Vitien erfasst.

Für die aufgetretenen fetalen kardialen Fehlbildungen wurde die jeweilige Inzidenz des Gesamtkollektivs berechnet, die in der prospektiven Studie mit 25 Anomalien 1,5% betrug und in der retrospektiven Studie mit 29 Fehlbildungen mit einem Wert von 2,1% beziffert werden konnte. Die Inzidenzen der Non-High-Risk-Kollektive betrugen prospektiv 1,0% und retrospektiv 1,7%. Dagegen wiesen die Inzidenzen in den High-Risk-Kollektiven deutlich erhöhte Werte auf, mit 3,4% für das prospektive und 3,7% für das retrospektive Kollektiv. Dies bestätigt die Definition der Risikogruppe anhand der genannten Indikationskriterien. Allerdings soll darauf hingewiesen werden, dass etwa 90% aller Lebendgeborenen mit einem angeborenem Herzfehler einem Non-High-Risk-Kollektiv angehören, was durch unsere Studien prospektiv mit einem Anteil von 56% und retrospektiv mit 62% belegt werden konnte.

Es erfolgte eine Einteilung der angeborenen Herzfehlbildungen und Arrhythmien anhand der wichtigsten sonographischen Einstellungsachsen. Die jeweilige anteilige Erkennungsrate der Vitien durch die Einstellungsebene legte deren Stellenwert in der in diesen Studien für die Diagnose erforderlichen Reihenfolge der sonographischen Vorgehensweise fest. So konnte, sowohl in prospektiver als auch in retrospektiver Studie, ein Überwiegen der Erforderlichkeit des Vierkammerblicks in Kombination mit der Dopplersonographie festgestellt werden. Erst an zweiter Stelle folgte der Vierkammerblick alleine, bzw. in der prospektiven Studie gleichwertig mit dem Vierkammerblick in Kombination mit der kurzen Achse. Wenn auch diese Ergebnisse aufgrund der geringen Fallzahl keinen Anspruch auf Allgemeingültigkeit erheben können, so kann doch zumindest postuliert werden, dass der Vierkammerblick alleine für eine erfolgreiche Pränataldiagnostik von Vitien als nicht ausreichend angesehen werden darf.

Fazit

Im Hinblick auf die vorliegenden Ergebnisse sollte darauf hingearbeitet werden, die pränatale Diagnostik derart zu verbessern, indem mithilfe der Erarbeitung neuer

Leitlinien sowie einer Anhebung des Ausbildungsniveaus in Form von Teaching-Programmen für alle am Screening beteiligten Untersucher eine erfolgreiche Diagnostik ermöglicht wird.

Kenntnisse, die über die Einstellungsebene des Vierkammerblicks hinausgehen, sollten in Teaching-Programmen an alle Untersucher vermittelt werden, um in der Folge eine optimierte Behandlung der Vitien zu sichern.

Das Bewusstsein für die relativ hohe Inzidenz fetaler kardialer Anomalien, auch bei Nichttrisikoschwangerschaften, sollte bei Pränataldiagnostikern geschärft werden, um eine genauere Betrachtung vor dem Übergehen der Indikationsstellung zu erreichen.

8 Literaturverzeichnis

1. Achiron R, Glaser J, Gelernter I
Extended fetal echocardiographic examination for detecting cardiac malformations in low risk pregnancies.
BMJ 1992;304:671-674
2. Adzick NS, Ballard R, Crombleholme TM, Forouzan I, Graham E, Morgan MA, Rose NC
Fetal Therapy saves Lives.
Penn Today 1996: 9-10
3. Allan LD
CONGENITAL HEART DISEASE: Antenatal diagnosis of heart disease.
Heart, March 1, 2000;83(3):367-367
4. Allan LD, Chita SK, Al-Ghazali W, Crawford DC, Tynan M
Doppler echocardiographic evaluation of the normal human fetal heart.
Br Heart J.1987 Jun;57(6):528-533
5. Allan LD, Crawford DC, Anderson RH, Tynan MJ
Echocardiographic and anatomical correlations in fetal congenital heart disease.
Br Heart J.1984 Nov;52(5):542-548
6. Allan LD, Sharland GK, Milburn A
Prospective diagnosis of 1,006 consecutive cases of congenital heart disease in the fetus.
J Am Coll Cardiol 1994;23:1452-1458
7. Bollmann R, Chaoui R, Schilling H, Hoffmann H, Reiche M, Pahl L
Pränatale Diagnostik und Management der fetalen Arrhythmien.
Z. Geburtshilfe Perinatol. 1988 Nov-Dez;192(6):266-272
8. Bonnet D, Coltri A, Butera, G, Fermont L, Le Bidois J, Aggoun Y, Acar P, Villain E, Kachaner J, Sidi D
Detection of transposition of the great arteries in fetuses reduces neonatal morbidity and mortality.
Circulation 1999;99:916–918

9. Brook M, Silverman N, Villegas M
Cardiac ultrasonography in structural abnormalities and arrhythmias.
Recognition and treatment.
West J Med. 1993;159:286-300

10. Buskens E, Grobbee DE, Frohn-Mulder IM
Efficacy of routine fetal ultrasound screening for congenital heart disease in
normal pregnancy.
Circulation 1996;94:67-72

11. Callan NA, Blakemore KJ, Kann JS
Counseling in congenital heart defects
Obstet Gynecol Surv. 1991;46:651-655

12. Chang AC, Huhta JC, Yoon GY, Wood DC, Tulzer G, Cohen AW, Mennuti M,
Norwood WI
Diagnosis, transport and outcome in fetuses with left ventricular outflow
obstruction.
J Thoracic Cardiovasc Surg 1991;102:841-848

13. Chaoui R, Bollmann R, Hoffmann H
Die fetale Echokardiographie: Methoden, Grenzen und Indikationen
Zentralbl Gynakol. 1990;112(19):1197-208

14. Chaoui R, Bollmann R, Hoffmann H
Die fetale Echokardiographie: Methoden, Möglichkeiten und Grenzen. Vortrag
auf der 10. Mitgliederversammlung der Gesellschaft für Perinatal-Medizin der
DDR, Rostock 1989

15. Chaoui R, Bollmann R, Hoffmann H, Bartel J, Bartho S
The importance of cardiac and extracardiac detailed informations in the fetal
echocardiography.
Fetal Cardiac Symposium. Paris 10.-12-Sept. 1989

16. Chaoui R, Gembruch U
Zur Epidemiologie der kongenitalen Herzfehler beim Feten und
Neugeborenen.
Gynäkologe 1997;30:165-169

17. Chaoui R, Hoffmann H, Bollmann R, Bayer H
Die Doppler-Sonographie in der geburtshilflichen Diagnostik: I. Allgemeine
physikalische und klinische Grundlagen.
Zentralbl Gynäkol. 1989;111(17):1141-1151

18. Copel JA, Pilu G, Green J, Hobbins JC, M.D., Kleinmann CS
Fetal echocardiographic screening for congenital heart disease: The importance of the four-chamber view.
AM J Obstet Gynecol. 1987; 157: 648-655
19. Copel JA, Tan AS, Kleinman CS
Does a prenatal diagnosis of congenital heart disease alter short-term outcome?
Ultrasound Obstet Gynecol 1997;10:237-241
20. DeVore GR
The prenatal diagnosis of congenital heart disease - a practical approach for the fetal sonographer.
J Clin Ultrasound 1985 May;13(4): 229-245
21. Diedrich K, Holzgreve W, Jonat W, Schneider KTM, Weiss JM
Gynäkologie und Geburtshilfe. Berlin, Heidelberg, New York: Springer 2000:
21-22
22. Extermann P, Oberhäusli J, Beguin F, Friedli B
Echocardiographie foetale: intérêt et méthodologie d'un dépistage prénatal des cardiopathies congénitales par l'obstétricien.
Arch. Gynecol. Obstet. 1988;244:76-82
23. Friedmann AH, Copel JA, Kleinmann CS
Fetal Echocardiography and Fetal Cardiology: Indications, Diagnosis and Management;
Seminars in Perinatology 1993;17(2):76-78
24. Gembruch U
Antiarrhythmische Direktbehandlung des Feten zur Kardioversion fetaler Tachykardien.
Ultraschall Klin. Prax. 1988;3:1-8
25. Gembruch U
Implikationen der pränatalen Echokardiographie
Vortrag, DT: Gesellschaft Kinderheilkunde und Jugendmedizin 1996, Lübeck
26. Gembruch U, Chaoui R
Möglichkeiten und Grenzen eines Screeningprogramms. Pränatale Diagnostik fetaler Herzfehler durch Untersuchung von „High-risk“ und „Low-risk“-Kollektiven.
Gynäkologe 1997;30(3):191-199

27. Gembruch U, Diedrich K
Fetale Echokardiographie. Einführung zum Thema.
Gynäkologe 1997;30:163-164
28. Gembruch U, Hausmann M, Redel DA, Bald R
Zweidimensionale farbcodierte fetale Doppler- Echokardiographie –
ihr Stellenwert in der pränatalen Diagnostik.
Geburtshilfe Frauenheilkd. 1988;48:381–388
29. Heide H, Thomson JDR, Wharton GA, Gibbs JL
Poor sensitivity of routine fetal anomaly ultrasound screening for antenatal
detection of atrioventricular septal defect.
Heart 2004;90:916-917
30. Hien P
Echokardiographie-Handbuch. Heidelberg: Springer, 1996: 45
31. Hofbeck M, Schneider A, Singer H, Wild F, Beinder E, Voigt HJ
Indikation und Stellenwert der fetalen Echokardiographie.
pädiat. prax. 1993/94;46:37-50
32. Hoffmann JI
Congenital heart disease: incidence and inheritance
Pediatr Clin North Am. 1990;37:25-43
33. Huhta JC, Rotondo KM
Fetal Echokardiography.
Seminars in Roentgenology 1991;26:5-11
34. Luck CA
Value of routine ultrasound scanning at 19 weeks: a four year study of 8849
deliveries
BMJ 1992;304:1474-1478
35. Maeno YV, Kamenir SA, Sinclair B, van der Velde ME, Smallhorn JF,
Hornberger LK
Prenatal Features of Ductus Arteriosus Constriction and Restrictive Foramen
Ovale in d-Transposition of the Great Arteries
Circulation, March 9, 1999;99(9):1209-1214
36. Mennicke K, Schwinger E
Genetische Aspekte kongenitaler fetaler Herzerkrankungen.
Gynäkologe 1997;30:181-189

37. Merz E
Sonographische Diagnostik in Gynäkologie und Geburtshilfe. Stuttgart:
Thieme 2001: 106-114, 116-117
38. Meyer-Wittkopf M, Kaulitz R, Ziemer G, Hofbeck M, Walwiener D
In-utero-Diagnose und –Therapie angeborener Herzfehler: Grenzen und
Möglichkeiten
Deutsches Ärzteblatt 2003;100(50):3308-3313
39. Musewe NN, Smallhorn JF, Dyck JD
Fetal Echocardiography. In: Freedom RM, Benson LN, Smallhorn JF
Neonatal heart disease. Springer: London-Berlin-Heidelberg, 1992: 807-816
40. Oberhoffer R, Hörmann U
Herzfehler im Fetalalter: Spektrum, Diagnostik, Verlauf.
Dissertation der Universitätskinderklinik und Poliklinik Ulm Abt.
Kinderheilkunde, 1997
41. Oberhänsli I, Extermann P, Friedli B, Beguin F
L'échocardiographie sur le fœtus à risque: expérience de 3 ans d'une
consultation spécialisée.
Arch Gynecol Obstet. 1988;244:83-97
42. Rossiter JP, Callan NA
Prenatal diagnosis of congenital heart disease
Obstet Gynecol Clin North Am. 1993;20:485-496
43. Sahn DJ, Lange LW, Allen HD, Goldberg SJ, Anderson C, Giles H, Haber K
Quantitative real-time cross-sectional echocardiography in the developing
normal human fetus and newborn.
Circulation 1980 Sep;62(3):588-597
44. Schmaltz, AA
Stellungnahme der Deutschen Gesellschaft für Pädiatrische Kardiologie zur
Befragung von Fachgesellschaften durch den Sachverständigenrat für die
konzentrierte Aktion im Gesundheitswesen zur Unter-, Über- und
Fehlversorgung. Essen: DGPK 2000: 3
45. Schmidt KG
Quantitative fetale Echokardiographie: Experimentelle Grundlagen und
erste klinische Erfahrungen.
Kinderarzt 1992;23(4):585-589

46. Sharland GK, Allan LD
Screening for congenital heart disease prenatally. Results of a 21/2 year study in the south east Thames region.
Br J Obstet Gynaecol 1992;99:220-225
47. Silverman NH
Apical four-chamber view ultrasonography as screen for congenital heart disease.
Am J Obstet Gynec. 1989;163:1017
48. Smrcek J, Krapp M, Axt-Flidner R, Gembruch U
Frühe fetale Echokardiographie.
Gynäkologe 2004;37:716-724
49. Sohn C, Krapfl-Gast AS, Schiesser M
Checkliste: Sonographie in Gynäkologie und Geburtshilfe. Stuttgart: Thieme 2001
50. Stewart PA, Hess J, Grobbee DE, Wladimiroff JW, Buskens E
Efficacy of fetal echocardiography and yield by risk category
Obstet Gynecol. 1996;87(3):423-428
51. Todros T, Faggiano F, Chiappa E
Accuracy of routine ultrasonography in screening heart disease prenatally. Gruppo Piemontese for prenatal screening of congenital heart disease.
Prenatal Diagn 1997;17:901-906
52. Todros T, Presbitero P, Gaglioti P, Demarie D
Pulmonary stenosis with intact ventricular septum: documentation of development of the lesion echocardiographically during fetal life
Int J Cardiol. 1988;19(3):355-362
53. Tworetzky W, McElhinney DB, Reddy VM, Brook MM, Hanley FL, Silverman NH
Improved surgical outcome after fetal diagnosis of hypoplastic left heart syndrome.
Circulation 2001;103:1269-1273
54. Vergani P, Mariani S, Ghindini A, Schiavina R, Cavallone M, Locatelli A, Strobelt N, Cerruti P
Screening for congenital heart disease with the four-chamber view of the fetal heart. Am J Obstet Gynecol 1992;167:1000-1003

55. Verheijen PM, Lisowski LA, Stoutenbeek P, Hitchcock JF, Brenner JI, Copel JA, Kleinman CS, Meijboom EJ, Bennink GB
Prenatal diagnosis of congenital heart disease affects preoperative acidosis in the newborn patient.
J Thorac Cardiovasc Surg., April 1, 2001;121(4):798-803
56. Wheller JJ, Reiss R, Allen HD
Clinical Experience with Fetal Echocardiography.
AJDC 1990;144:49-53
57. Yagel S, Weissman A, Rotstein Z, Manor M, Hegesh J, Anteby E, Lipitz S, Achiron R
Congenital Heart Defects. Natural Course and In Utero Development.
Circulation 1997;96:550-555
58. o.A.
Vorschlag zur Einteilung der Untersuchungen des fetalen Herzens; AK
Echokardiographie der DEGUM, Ulm, 03.10.1997

Internetquellen

59. Geisler L
Innere Medizin. 17. Auflage. Stuttgart, Berlin, Köln: Kohlhammer 1999. In:
URL: http://www.linus-geisler.de/im17/im2_27.html#im02.2.10 aufgerufen am
16.11.2004
60. Hartung C
Zweidimensionales B-Bildverfahren. Hannover: MHH. In: URL:
http://www.ubicampus.mh-hannover.de/~bmt/ger/kapitel_4/4_13.php
aufgerufen am 13.11.2004
61. Jüngling S
Pränatalmedizin. 2.1.3. Ultraschalluntersuchungen.
In: URL: <http://www.praenatalmed.de/praeenatalmedizin.htm#2.1.3> aufgerufen
am 16.11.2004
62. Oberhoffer R
Vorgeburtliche Diagnose angeborener Herzfehler. In: URL:
http://www.herzstiftung.de/pdf/Zeitschriften/1_03HB_Diagnose.pdf aufgerufen
am 25.11.2004

63. Schneider KTM

Doppler-Sonographie in der Schwangerschaft. AWMF-Leitlinien-Register, Nr. 015/019 Entwicklungsstufe 1, Leitlinien der Arbeitsgemeinschaft für maternofetale Medizin der Deutschen Gesellschaft für Gynäkologie und Geburtshilfe (DGGG). In: Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften. URL: <http://www.uni-duesseldorf.de/WWW/AWMF/II/015-019.htm> aufgerufen am 09.08.2004

64. Tulzer G

Fetale Echokardiographie. Sonographische und Doppler-/Farbdopplersonographische Untersuchung des fetalen Herzens. Linz: Kinderherzzentrum Linz, 2004. In: URL: http://www.kinderherzzentrum.at/deutsch/Fachleute/txprof_fetal_dt.html#Anchor-Fetale-59259 aufgerufen am 09.11.2004

65. o.A.

Venoatrial Malconnections. In: URL: <http://www.pediheart.org/practitioners/defects/venoatrial.htm> aufgerufen am 07.12.2004

66. o.A.

Versorgung herzkranker Kinder hat sich deutlich verbessert. Ärzte Zeitung, vom 21.03.2003. In: URL: <http://www.aerztezeitung.de/docs/2003/03/21/054a0601.asp?cat=/magazin/auszeichnung> aufgerufen am 12.11.2004

9 Abbildungsverzeichnis

- Abb.1 Die vier Säulen der fetalen Echokardiographie
- Abb.2 Fetaler Transversalschnitt mit 4-Kammer-ansicht des Herzens
Quelle: URL: http://www.gemedicalsystemseurope.com/eude/rad/us/products/logiq_3/l3_clinimg.html
aufgerufen am 21.11.2004
- Abb.3 B-Bild Vierkammerblick in Systole und Diastole
Quelle: Merz E.: Sonographische Diagnostik in Gynäkologie und Geburtshilfe (2001), S.109, Abb.11.123
- Abb.4 M-Mode
LONG Fetus (Transvaginal), M-mode of the Fetal Heart by:
Wolfgang Moroder
Quelle: URL: http://www.obgyn.net/us/gallery/OB_1_Normal_M-mode_Fetal_Heart.jpg aufgerufen am 21.11.2004
- Abb.5 Arrhythmie im M-Mode
M-mode of the Fetal Heart, Arrhythmia (Premature Atrial Contr.) by: Martin Necas
Quelle: URL: http://www.obgyn.net/us/gallery/OB_3_Abnormal_Arrhythmia.jpg aufgerufen am 21.11.2004
- Abb.6 Normales Herz - Ductusbogen mit gepulstem Doppler (24. SSW)
Quelle: URL:<http://www.med.upenn.edu/fetus/> aufgerufen am 14.11.2004
- Abb.7 Mitral- und Tricuspidalklappenfluss im normalen Herzen mit farbkodiertem Doppler Quelle:
Kainer F
Fetale Sonographie. Interaktiver Atlas. Version 1.0 unter Mitarbeit von R. Chaoui
science@medics, Urban & Fischer 2000
- Abb.8 Vierkammerblickebene modifiziert nach:
Merz E
Sonographische Diagnostik in Gynäkologie und Geburtshilfe.
Stuttgart: Thieme 2001: 108, Abb. 115
- Abb.9 normales Herz im Vierkammerblick Quelle:
Kainer F
Fetale Sonographie. Interaktiver Atlas. Version 1.0 unter Mitarbeit von R. Chaoui
science@medics, Urban & Fischer 2000

- Abb.10 Hypoplastisches Linksherz Quelle:
Kainer F
Fetale Sonographie. Interaktiver Atlas. Version 1.0 unter
Mitarbeit von R. Chaoui
science@medics, Urban & Fischer 2000
- Abb.11 Ebstein Anomalie/Trikuspidaldysplasie Quelle:
Kainer F
Fetale Sonographie. Interaktiver Atlas. Version 1.0 unter
Mitarbeit von R. Chaoui
science@medics, Urban & Fischer 2000
- Abb.12 Fünfkammerblickebene modifiziert nach:
Merz E
Sonographische Diagnostik in Gynäkologie und Geburtshilfe.
Stuttgart: Thieme 2001: 108, Abb. 115
- Abb.13 normales Herz im Fünfkammerblick Quelle:
Kainer F
Fetale Sonographie. Interaktiver Atlas. Version 1.0 unter
Mitarbeit von R. Chaoui
science@medics, Urban & Fischer 2000
- Abb.14 Fallot'sche Tetralogie im Fünfkammerblick Quelle:
Kainer F
Fetale Sonographie. Interaktiver Atlas. Version 1.0 unter
Mitarbeit von R. Chaoui
science@medics, Urban & Fischer 2000
- Abb.15 Einstellungsebene kurze Achse modifiziert nach:
Merz E
Sonographische Diagnostik in Gynäkologie und Geburtshilfe.
Stuttgart: Thieme 2001: 110, Abb. 129
- Abb.16 Aortenbogen Quelle:
URL:<http://www.med.upenn.edu/fetus/> aufgerufen am 14.11.2004
- Abb.17 Ductusbogen Quelle:
URL:<http://www.med.upenn.edu/fetus/> aufgerufen am 14.11.2004
- Abb.18 Aufteilung der prospektiv erfassten Patienten auf die zwei Praxen
und das Zentrum
- Abb.19 Strukturen des fetalen Herzens, die in standardisierter Form auf
Anomalien untersucht und nach obigem Schema in der
angelegten Access Datenbank dokumentiert wurden.
- Abb.20 Anamnesemaske der Access 97 Datenbank für die Eingabe der
Patientendaten

- Abb.21 Erste Untersuchungsmaske der Access 97 Datenbank zur Eingabe der Untersuchungsbefunde
- Abb.22 Zweite Untersuchungsmaske der Access 97 Datenbank zur Eingabe der Untersuchungsbefunde
- Abb.23 Globale Inzidenz (Risiko und Nichtrisiko) fetaler kardialer Vitien (ohne Arrhythmien) innerhalb des prospektiven Gesamtkollektivs mit einem Wert von 0,9%
- Abb.24 Inzidenz fetaler kardialer Anomalien innerhalb des Non-High-Risk-Kollektivs der prospektiven Studie mit einem Wert von 1,0% (mit Arrhythmien)
- Abb.25 Inzidenz fetaler kardialer Vitien innerhalb des Non-High-Risk-Kollektivs der prospektiven Studie mit einem Wert von 0,5% (ohne Arrhythmien)
- Abb.26 Inzidenz fetaler kardialer Anomalien innerhalb des High-Risk-Kollektivs der prospektiven Studie mit einem Wert von 3,4% (mit Arrhythmien)
- Abb.27 Inzidenz fetaler kardialer Vitien innerhalb des High-Risk-Kollektivs der prospektiven Studie mit einem Wert von 3,1% (ohne Arrhythmien)
- Abb.28 Globale Inzidenz (Risiko und Nichtrisiko) kardialer Fehlbildungen und Arrhythmien innerhalb des retrospektiven Gesamtkollektivs mit einem Wert von 2,1%
- Abb.29 Globale Inzidenz (Risiko und Nichtrisiko) fetaler kardialer Vitien (ohne Arrhythmien) innerhalb des retrospektiven Gesamtkollektivs mit einem Wert von 1,5%
- Abb.30 Inzidenz fetaler kardialer Anomalien innerhalb des Non-High-Risk-Kollektivs der retrospektiven Studie mit einem Wert von 1,7% (mit Arrhythmien)
- Abb.31 Inzidenz fetaler kardialer Vitien innerhalb des Non-High-Risk-Kollektivs der retrospektiven Studie mit einem Wert von 0,9% (ohne Arrhythmien)
- Abb.32 Inzidenz fetaler kardialer Anomalien innerhalb des High-Risk-Kollektivs der retrospektiven Studie mit einem Wert von 3,7% (mit Arrhythmien)
- Abb.33 Inzidenz fetaler kardialer Vitien innerhalb des High-Risk-Kollektivs der prospektiven Studie mit einem Wert von 3,4% (ohne Arrhythmien)

- Abb.34 Aufteilung der fetalen kardialen Anomalien (mit Arrhythmien) anhand der zur Diagnosefindung mindestens erforderlichen Einstellungsachsen (prospektiv)
- Abb.35 Aufteilung der fetalen kardialen Vitien (ohne Arrhythmien) anhand der zur Diagnosefindung mindestens erforderlichen Einstellungsachsen (prospektiv)
- Abb.36 Aufteilung der fetalen kardialen Anomalien (mit Arrhythmien) anhand der zur Diagnosefindung mindestens erforderlichen Einstellungsachsen (retrospektiv)
- Abb.37 Aufteilung der fetalen kardialen Vitien (ohne Arrhythmien) anhand der zur Diagnosefindung mindestens erforderlichen Einstellungsachsen (retrospektiv)
- Abb.38 Vergleich der Inzidenz der Gesamtkollektive zwischen prospektiver und retrospektiver Studie mit fetalen Arrhythmien
- Abb.39 Vergleich der Inzidenz der Gesamtkollektive zwischen prospektiver und retrospektiver Studie ohne fetale Arrhythmien
- Abb.40 Vergleich der Inzidenz der Non-High-Risk-Kollektive zwischen prospektiver und retrospektiver Studie (mit Arrhythmien)
- Abb.41 Vergleich der Inzidenz der Non-High-Risk-Kollektive zwischen prospektiver und retrospektiver Studie (ohne Arrhythmien)
- Abb.42 Vergleich der Inzidenz der High-Risk-Kollektive zwischen prospektiver und retrospektiver Studie (mit Arrhythmien)
- Abb.43 Vergleich der Inzidenz der High-Risk-Kollektive zwischen prospektiver und retrospektiver Studie (ohne Arrhythmien)
- Abb.44 Vergleich des prozentualen Anteils der Einstellungsachsen des prospektiven und retrospektiven Kollektivs (mit Arrhythmien)
- Abb.45 Vergleich des prozentualen Anteils der Einstellungsachsen des prospektiven und retrospektiven Kollektivs fetaler kardialer Vitien (ohne Arrhythmien)

10 Danksagung

Danken möchte ich an erster Stelle Frau Prof. Dr. R. Oberhoffer und Herrn Prof. Dr. K.T.M. Schneider für die Überlassung des Themas, sowie die engagierte Betreuung und hilfreiche Beratung bei der Erstellung dieser Arbeit.

Außerdem danke ich Frau Dr. S. Tschürtz, Herrn Dr. Tschürtz, Herrn Dr. M. Baumgärtner und Herrn Dr. S. Koch für die Hilfestellung und Unterstützung bei der Sammlung der Befunde und Daten.

Den Mitarbeitern der Abteilung für Pränataldiagnostik des Klinikums rechts der Isar, insbesondere Frau T. Stangl, möchte ich für die Zusammenstellung der Befunde meinen besonderen Dank aussprechen.

Mein Dank gilt auch unserer Dokumentationsassistentin, Frau G. Schwarz, die durch die Erstellung der Datenbank eine große Hilfestellung geleistet hat.

Der größte Dank gilt allerdings meiner Ehefrau Lisa, die mir während der ganzen Zeit immer unterstützend zur Seite stand.