



Faszination Ontogenese – Früher Ultraschall Schritt für Schritt

Alexander Strauss

Unter Ontogenese oder Ontogenie wird nach dem deutschen Zoologen, Philosophen und Freidenker Ernst Haeckel (1866) die Entstehung eines Einzelwesens beginnend mit der Keimesentwicklung bis hin zum voll entwickelten Individuum im adulten Alter verstanden. Dieser, als Entwicklungsgeschichte bezeichneter Prozess, verläuft dabei stadienhaft. Insbesondere der kontinuierlichen Fortentwicklung pränataler Bildgebung sind zunehmende Einsichtsmöglichkeiten geschuldet, diese morphologischen Entwicklungsprozesse der Fruchtanlage und des Embryo/Fetus beobachtend zu begleiten [1].

Akkurater pränataler Diagnostik, erhoben bereits im ersten Trimenon einer Schwangerschaft (hochfrequente Transvaginalsonographie), wohnt das Potenzial inne durch frühzeitige Stratifizierung prä- und peripartaler Betreuungsstrategien positiven Einfluss auf den gesamten Schwanger-

schaftsverlauf, die Geburt und das mütterliche und kindliche Outcome zu nehmen.

Schon in den ersten Schwangerschaftswochen sind die Lokalisation der Schwangerschaft, die Anzahl und Vitalität der Embryonen (bei Mehrlingen die Eihautverhältnisse), biometrische Parameter (Scheitelsteißlänge – SSL) u. a. zum Gestationsalterabgleich und ggf. dessen Korrektur, wie auch eine (un)gestörte morphologische Entwicklung, zu erkennen. Zum Ende des ersten Schwangerschaftsdrittels eröffnet die sonographische Bestimmung der fetalen Nackentransparenz (NT) im Rahmen des Erstrimesterscreenings (kombiniert mit biochemischen Markern) die Möglichkeit einer Risikokalkulation für das Vorliegen von Aneuploidien oder sich vorwiegend im Zusammenhang mit zirkulatorischen Veränderungen niederschlagenden angeborenen Anomalien. Dabei gilt es allerdings zu beachten,

dass auch mittels optimaler geräte-technischer Voraussetzungen und durch erfahrene Untersucher, die Mehrzahl an Störungen der kindlichen Entwicklung zu diesem frühen Schwangerschaftszeitpunkt sonographisch, dennoch noch nicht direkt, darzustellen sind [2].

Wann beginnen?

Die Frage des frühesten sinnvollsten Zeitpunktes „erster“ pränataldiagnostischer Ultraschalluntersuchungen ohne klinischen Bedarf (keine pathologischen Symptome, fehlende anamnestische Belastung), stößt im wissenschaftlichen Diskurs auf Widersprüchlichkeiten [3]. Speziell in angloamerikanischen Empfehlungen zum Sonographieeinsatz im ersten Trimenon wird der Zeitraum des Erstrimesterscreenings (10+0 bis 13+6 SSW) durch die Mehrfachindikation (o. g. generellen morphologisch-biometrischen Ultraschallinformationen + NT-messung) als geeignetster Zeitpunkt der primären Ultraschalldiagnostik in der (bis dahin ungestört verlaufenden) Schwangerschaft angesehen. Dies unterscheidet sich von europäischen Ansätzen, welche neben der NT-Diagnostik, wesentliche weitere Aufgaben in einer frühen bildgebenden Schwangerschaftsdiagnostik (u. a. Schwangerschaftsfeststellung, Nidationsort, embryonale Entwicklung, Anomalien) realisiert sehen [2].

Wie sicher?

Die embryonale/fetale Ultraschallwellenexposition ist zeitlich wie technisch/apparativ eben so stark zu limitieren, wie dies aus diagnostischen Gründen möglich ist: ALARA-Prinzip („as low as reasonably achievable“). Gemäß den Stellungnah-

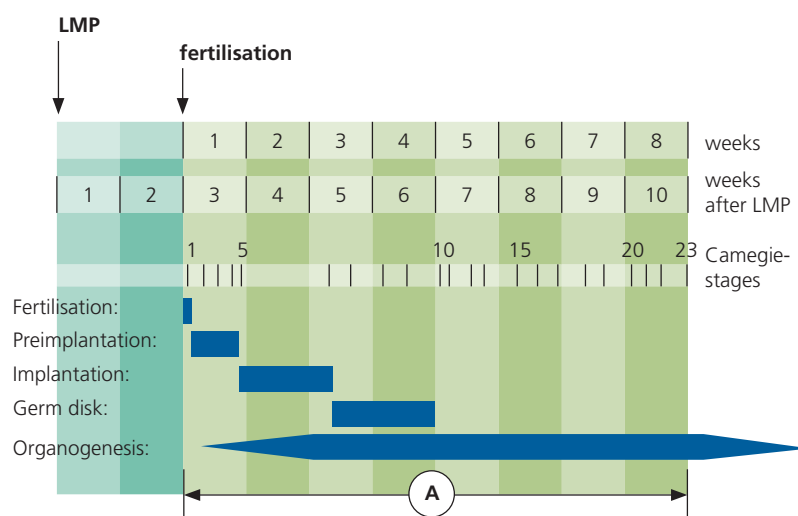


Abb. 1: Zeitliche Abfolge der Embryogenese [30]

men verschiedener internationaler Gremien (u. a. International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology – ISUOG), wird die Anwendung von B- und M-Mode-Ultraschall in allen Stadien der Schwangerschaft als sicher angesehen [4, 5]. Die mit der höheren Energieleistung der Dopplersonographie potenziell verbundenen Bioeffekte, speziell bei klein gewähltem Messfenster, führen zur Empfehlung der Limitierung ihrer Anwendung/Expositionszeit auf unzweideutig indizierte Fälle (ALARA) [6, 7].

Was erkennen?

Embryonen können entsprechend ihres Alters, ihrer Größe und ihrer morphologischen Merkmale klassifiziert werden. Anhand dieser drei Kriterien gelingt es während der Organentwicklung (Embryonalperiode) 23 Entwicklungsstadien (Carnegie) voneinander abzugrenzen. Unabhängig der Chronologie dieser Abfolge kommt stadienübergreifenden Prozessen ebenfalls ontogenetische Bedeutung zu (► Abb. 1) [8, 9].

... in der Embryonalperiode

2+0 bis 3+6 SSW: Die Wochen der Organogenese (1.–56. Tag p.c. – post conceptionem) stellen eine für den Embryo besonders sensible Entwicklungsphase dar. Schädigende exogene Einflüsse, wie auch anlagebedingte Entwicklungsstörungen und Erkrankungen, führen in den ersten beiden Wochen nach der Befruchtung (3.–4. SSW p.m. – post menstruationem) zum Frühabort (Blutung, ggf. als „verspätete“ Menstruationsblutung verkannt). Alternativ kommt es auf dem Boden einer zu dieser Zeit sehr wenig durchlässigen Plazentaschranke zur ungestörten Fortentwicklung des Conceptus („Alles oder Nichts-Charakteristik“). Bildgebend ist zu diesem Zeitraum ein Schwangerschaftsnachweis noch nicht zu führen.

4+0 bis 4+6 SSW: Im Rahmen der Nidation ist klinisch eine vaginale

(Schmier-)blutung möglich. Diese kann die Stärke einer Menstruationsblutung erreichen und so mit einer solchen, wie auch einer Frühabortblutung, verwechselt werden. Sonographisch ist u. U. ein echoleerer Flüssigkeitssaum im Cavum uteri nachweisbar. Die Entwicklung einer Chorionhöhle, erkennbar an einem exzentrisch im Endometriumreflex gelegenen echoleeren, scharf begrenzten, ovoiden Fruchtsack mit echoreichem Randsaum, weist in der Longitudinalbeobachtung eine rasche und kontinuierliche Größenzunahme auf. Als erstes sonographische Schwangerschaftszeichen ist eine Fruchthöhle ab Tag 32 p.m. darstellbar (► Abb. 2). Die Bestimmung ihres Durchmessers (unter Berücksichtigung aller drei Raumebenen) kann darüber hinaus als erster sonographischer Parameter zum Abgleich mit der rechnerischen Terminbestimmung (mütterliche Anamnese) Verwendung finden.

5+0 bis 5+6 SSW (SSL ≤ 2 mm): Die Entwicklung des Embryos ist in diesem Schwangerschaftsalter durch das prädominante Wachstum des Kopfes, wie auch das Auftreten von Arm- und Beinanlagen, zunächst als paddelförmige Knospen geprägt. Die Neuralrinne schließt sich zum Neuralrohr. Störungen während dieser Prozesse bedingen Achsen skelettdefekte. Der unterbliebene Schluss des Neuroporus posterior ist für die häufigste Variante dieser Gruppe von Fehlbildungen mit Lokalisation im Lumbosakralbereich (Spina bifida) verantwortlich. Die Anlage und Differenzierung der inneren Organe (Gastrointestinaltrakt, Lunge, Leber, Pankreas und Schilddrüse), der Blutgefäße und die Blutbildung beginnen. Ab Tag 42 p.m. (erste Muskelzellkontraktionen ab Tag 36 p.m.) schlägt das noch röhrenförmige embryonale Herz regelmäßig. Weitere Blutgefäßvorläufer bilden als Verbindung zwischen Embryo und Plazenta erste Anlagen der späteren Nabelschnur. Als wesentliche



Abb. 2: 5.SSW: Glatt begrenzte echoleere Fruchthöhle mit echoreichem Randsaum und fraglich darstellbarem (noch kleinem) Dottersack (zwischen den Messpunkten)

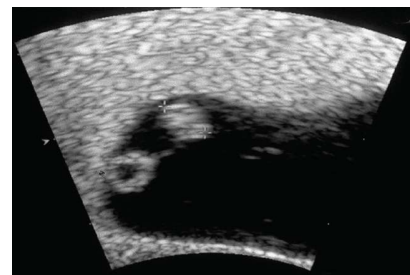


Abb. 3: 7. SSW: Glatt begrenzte echoleere Fruchthöhle mit kreisrundem Dottersack neben dem 2 mm messenden Embryo (echo-reich)

Schritte der Profilausbildung, entwickeln sich neben Ohr- und Augenanlagen (Orbitae), Nase und Mundspalte. Zwischen der Andeutung einer Mundöffnung und dem zunächst extrakorporal und erst in der Folge nach intrathorakal inkorporierten Herzanlage, finden sich als Vorläufer von Unterkiefer, Gesichtsanteilen und Hals die paarigen Kiemenbogenanlagen. Mittels Ultraschall kann der Embryo in dieser Schwangerschaftswoche mit seiner Körperlänge von wenigen Millimetern erstmals direkt visualisiert werden (► Abb. 3). Ab einer Scheitelsteißlänge von 2 mm kann mit hochauflösender Gerätetechnik zusätzlich der Nachweis einer positiven Herzaktion des Embryos als erstes bildgebendes Vitalitätszeichen (B-Bild-Sonographie) geführt werden.

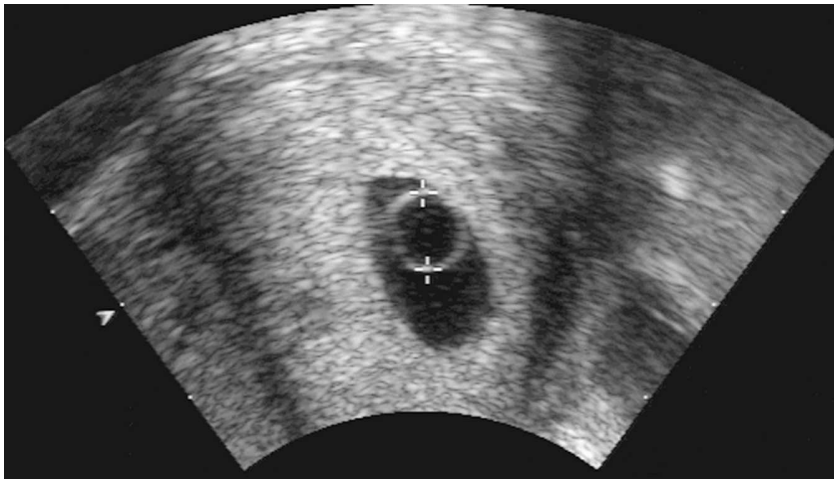


Abb. 4: 7. SSW: Im Verhältnis zur Fruchthöhle vergrößerter Dottersack (7 mm): prognostisch dubios



Abb. 5: 9. SSW: Anecephale Akranie als Folge des unterbliebenen Neuralrohrverschlusses im Bereich des Neuroporus anterior



Abb. 6: 8./9. SSW: Unauffällige embryonale ZNS-Struktur: in der hinteren Schädelgrube gelegenes echoleeres rhombenzephalales Gehirnbläschen

Der Embryo bewegt sich dabei passiv, sanft schaukelnd im Fruchtwasser.

6+0 bis 6+6 SSW (SSL 2–8 mm): Die enorme Wachstumsgeschwindigkeit des Embryos, ablesbar an einer Körperlängenzunahme von ca. 1 mm/Tag, ist für diese Schwangerschaftsperiode charakteristisch. Das biometrische Verfolgen der Scheitelsteißlänge bietet sich damit als treffsicherer Überwachungsparameter der embryonalen Entwicklung an. An den primitiven Extremitätenanlagen zeigen sich erste Zeichen der Finger-, mit zeitlichem Abstand gefolgt von der Zehenentwicklung. An der im Verhältnis großen und stark nach vorn geneigten Kopfanlage schreitet die noch lidlose Augenentwicklung fort. Die sonographische Unterscheidung zwischen einer

normal verlaufenden Frühschwangerschaft, einem Windei bzw. einer missed abortion an der Grenze der Darstellbarkeit embryonaler Strukturen/Herzaktion, stellt die diagnostische Herausforderung dieser Entwicklungsphase dar (► Tab. 1).

7+0 bis 7+6 SSW (SSL 9–16 mm): Das embryonale Profil wird im Sonogramm deutlicher erkennbar. Das Kopf-Körper-Verhältnis beträgt noch beinahe 1:1. Das Neuralrohr ist ge-

schlossen und beweglich. Die Gehirnanlage, bisher unbedeckt, wird sukzessiv, von noch lose zusammengeführten Schädelknochen, umschlossen (Akraniaausschluss) (► Abb. 5). Im Bereich der hinteren Schädelgrube befindet sich die sich physiologischerweise echoleer imponierende Anlage des Rhombenzephalons (► Abb. 6). Cave: Missdeutung als pathologische intrakranielle Flüssigkeitsansammlung (Hydrozephalus).

8+0 bis 8+6 SSW (SSL 17–24 mm): Am raschesten wächst während dieses Entwicklungsschritts das Gehirn mit ca. 100.000 neuen Nervenzellen/Minute. Der Hals wird erstmalig, allerdings noch recht breit, zwischen Kopf und Rumpf erkennbar. Das Gesicht formt sich mit Fortentwicklung der Augen und Lider, Lippen und Zahnanlagen weiter aus.

Der Embryo weist nun auch sonographisch deutlich sichtbare Arme und Hände, Beine und Füße auf. Die Finger und Zehen sind dabei noch durch Hautfalten miteinander verbunden. Beim männlichen Geschlecht entwickeln sich Hoden und auch die äußeren Geschlechtsorgane werden erstmalig unterscheidbar. Das nun einsetzende, eigenständige Bewegungsmuster des Embryos, umfasst Ganzkörper-Streckbewegungen, welche bis zu „Überschlag“ führen können.

9+0 bis 9+6 SSW (SSL 25–33 mm): Das Kopf-Rumpf Verhältnis ist noch immer zugunsten des Kopfes (Gehirnentwicklung) ausgeprägt. Das embryonale Gesicht nimmt deutlich mehr Gestalt an. Nase, Lippen, Mund,

Sonographische Zeichen verbunden mit einer ...

... für den Fortgang der Schwangerschaft

günstigen Prognose:

- Fetale Herzfrequenz ≥ 120 SpM (Schläge pro Minute)
- Dottersackgröße 4-7 mm
- Runder Dottersack

... für den Fortgang der Schwangerschaft

ungünstigen Prognose:

- Bradykarde, fetale Herzfrequenz < 80 SpM (6 SSW), < 100 SpM (7 SSW)
- Dottersack abnorm groß (≥ 8 mm) oder besonders klein (< 3 mm) (Abb. 4)
- Irreguläre Form des Dottersacks

Tab. 1: Frühe sonographische Prognosekriterien



Zahnanlagen, Ohren und Augen sind noch immer einfach geformt; die Augenlider sind geschlossen. Bildgebend kommt in dieser Schwangerschaftswoche die zunehmend detailliertere Profildarstellungsmöglichkeit neu hinzu. Den Fingern, nun getrennt voneinander angelegt, fehlt allerdings noch die Möglichkeit zur Flexion. Damit ist dieses Gestationsalter (Hand und Finger stets in einer Ebene darstellbar) besonders geeignet, die Anzahl der Fingerstrahlen zu beurteilen (► Abb. 7). Das qualitativ zur Vorwoche vergleichbare embryonale Bewegungsprofil intensiviert sich quantitativ. Der fetale Herzschlag steigert sich von der 8. bis zur 10. SSW sukzessiv in einen Frequenzbereich von 120–160 SpM.

... in der frühen Fetalperiode

10+0 bis 10+6 SSW (SSL 34–43 mm): Mit dem Ende der Embryonalperiode sind nun nicht nur alle Organsysteme angelegt, sondern zum Teil auch schon in Funktion.

Im Rahmen der Ultraschalluntersuchung grenzt sich der fetale Kopf zunehmend durch eine, nun auch sonographisch eindeutig erkennbare, Halsregion vom Rumpf ab. Das fetale Profil ist ausgeformt. Auf äußere (transabdominelle) Reize reagiert der Fetus aktiv mit Verstärkung seiner Bewegungen.

11+0 bis 11+6 SSW (SSL 44–53 mm): Der biparietale Durchmesser erreicht 15–20 mm und wird zum (zur Scheitelsteißlänge alternativen) Beobachtungsparameter des fetalen Wachstums. Die eigene fetale Blutbildung beginnt extramedullär in Milz und Leber und das Bewegungsrepertoire des Fetus wird komplexer. Die mittlere fetale Herzfrequenz erreicht im ontogenetischen Entwicklungsverlauf ihr Maximum mit 170 SpM (11.–12. SSW).

12+0 bis 12+6 SSW (SSL 54–65 mm): Weitere rasche Größenzunahme des Fetus. Die sich entwickeln-

den Anlagen der äußeren Geschlechtsorgane werden sonographisch immer sicherer erkennbar. Positiver Vorhersagewert: > 80 %, (abhängig von der verwendeten Ultraschalltechnik).

13+0 bis 13+6 SSW (SSL 66–84 mm): Die Ultraschalldarstellung der Körperkontur wie auch die Abgrenzung der Körperhöhlen/inneren Organe gelingt differenzierter (► Abb. 8). Der Fetus bewegt sich zunehmend gezielter (erste Greifbewegungen). In der 13. und 14. SSW reduziert sich die mittlere fetale Herzfrequenz auf 140 SpM, um in diesem Bereich im weiteren Schwangerschaftsverlauf zu verbleiben. Signifikante Frequenzerhöhungen (≥ 180 SpM bzw. ≥ 170 SpM ab einer SSL von 68 mm) sind mit einer gesteigerten Inzidenz an Aneuploidien (u. a. Trisomie 13, Monosomie X0) verbunden. Bradykardien (≤ 80 SpM) sind hingegen als Hinweiszeichen eines gesteigerten Abortrisikos zu werten [10].

Früher Ultraschall – praktisch umgesetzt

Lokalisation der Fruchthöhle: Die intrauterine Nidation zeigt sich



Abb. 7: 10. SSW: Embryonale Hand mit Darstellung und Abgrenzung der 5 Fingerstrahlen

an einer exzentrisch im Cavum uteri gelegenen ovoïden echoleeren Struktur mit echoreichem Randsaum. Es besteht Verwechslungsgefahr mit einem sich mittig im Endometriumreflex darstellenden Pseudogestationssack, ohne Randsaum bei ektopter Schwangerschaft (► Abb. 2).

Chorionhöhle: Beurteilung der physiologischen Form und der altersentsprechenden Entwicklungsdynamik (DD u. a. Windei, 5 % aller Schwangerschaften); Darstellbarkeit ab Tag 32–35 p.m. (β -HCG-Wert 800–1.000 IE/l). Die Messung der Chorionhöhle erfolgt in drei orthogonal zueinander stehenden Ebenen. Wachstumsdynamik: Größenverdoppelung wö-



Abb. 8: 14. SSW: Unauffälliges fetales Profil

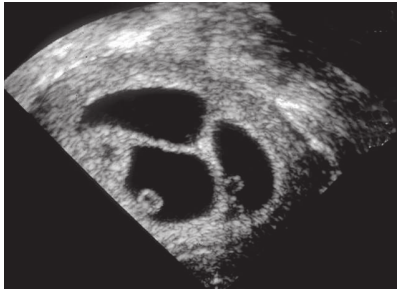


Abb. 9:8. SSW: Trichoriale, triamniotale Drillingschwangerschaft: die Fruchtanlagen sind jeweils durch zwei Lagen Amnion und Chorion (dicke Septen) getrennt

chentlich bis zur 8. SSW. Im Vergleich zu Nomogrammen der embryonalen Maße (SSL) ist die Gestationsalterkorrelation des mittleren Fruchthöhledurchmessers geringer [11, 12].

Dottersack:

Der Dottersack wird als erstes sonographisches Zeichen eines sich entwickelnden Embryoblasten (ab β -HCG 2.000 IE/l) in Form eines kontinuierlich wachsenden Ringechos in der Fruchthöhle sichtbar (► Abb. 3, 4). Eine auffällige Größe des Dottersacks (< 3 mm oder ≥ 7 mm) ist mit einem erhöhten Fehlbildungs- bzw. Abortrisiko verbunden (► Abb. 3, 4).

Embryo:

Eine erste Ultraschalldarstellung des Embryos (längsoval, echoreich) ist ab SSL 1–2 mm (ab β -HCG 2.500–4.000 IE/l) bei einer Wachstumsgeschwindigkeit von 1 mm/Tag möglich (► Abb. 3).

Vitalität:

Positive Herzaktionen können ab Tag 37–42 (ab SSL 2 mm, ab β -HCG-Werten von 10.000 IE/l) sonographisch visualisiert werden. Positiver Vorhersagewert: 90–95 %.

Körperform:

Die Determinierung der kranio-kaudalen Orientierung gelingt ab Tag 53 (SSL 12 mm) an der Formation des echoleeren rhombenzephalen „Gehirnbläschens“ (zukünftiger vierter Ventrikel) (► Abb. 6).

Mehrlinge:

Die Beurteilung der Anzahl und Beschaffenheit der Fruchthöhlen, die Embryonen- und Vitalitätsnachweise wie auch die Beschreibung der Schwangerschaftslokalisationen, entspricht methodisch der Einlingsituation. Die diagnostische Bestimmung der Eihautverhältnisse erfolgt am verlässlichsten (Eindeutigkeit der Diskriminationsmerkmale – T-Sign, λ -Sign, höhere sonographische Übersichtlichkeit) bereits im frühen ersten Trimenon (6.–10. SSW). Eine entsprechende Festlegung inkl. Bilddokumentation ist obligat als diese das Risiko einer Mehrlingsschwangerschaft wesentlich determiniert und sich wegweisend für die zukünftige Intensität der (sonographischen) Schwangerschaftsüberwachung auswirkt (► Abb. 9).

Embryonale Biometrie:

- Transvaginale oder transabdominale Messung der SSL, des sich in Neutralposition (keine starke Flexion/Hyperextension) befindlichen Embryos, in einer möglichst (median) sagittalen Darstellung
- Bildfüllende Vergrößerung (Zoom) des Untersuchungsobjekts [13, 14]
- Klare Darstellung des kranialen und kaudalen Messpunktes (Cave während der SSW 6–9: Verwechslung mit bzw. irrtümliche Inklusion des Dottersacks in die Messstrecke)

Determinierung/Überprüfung des Gestationsalters:

Abgesehen von durch Techniken der Reproduktionsmedizin unterstützten Schwangerschaften, ist der exakte Zeitpunkt der Konzeption mitunter unsicher. Die akkurate Festlegung des zu erwartenden Entbindungstermins durch Errechnung (abh. des ersten Tages der letzten Menstruationsperiode vor der eingetretenen Schwangerschaft) beinhaltet die Abgleichung desselben mit biometrischen Messwerten

(SSL) aus der Frühschwangerschaft. Wertvolle Information zur korrekten Verlaufsbeobachtung der kindlichen Entwicklung und einer entsprechenden Adaptation der Schwangerschaftsbetreuung, wird so auf eine möglichst valide Grundlage gestellt [15,16]. Die Bestimmung der SSL bietet hierfür die Voraussetzungen mit dem Gestationsalter am präzisesten zu korrelieren: 95 %CI (Konfidenzintervall) = 5 Tage bei SSL < 45 mm. Dabei besteht ein inverses Verhältnis von Übereinstimmungsgenauigkeit und Gestationsalter [17–21].

Voraussetzungen hoher Messqualität:

- Ausschluss/Berücksichtigung von kongenitalen embryonalen Anomalien (die gemessenen Strukturen entsprechen einer normalen Entwicklung)
- Die Messtechnik entspricht den Bedingungen der Referenznomogrammen
- Untersucherqualifikation minimiert die Intra- und Interobservervarianz
- Geeignete technische Voraussetzungen erreichen hohe Messgenauigkeit

Biometrie:

Messungen des biparietalen Durchmessers oder des Kopfumfanges sind zur biometrischen Kontrolle ab 14 SSW (SSL > 84 mm) einzusetzen, da ihre Treffsicherheit zur kindlichen Wachstumskontrolle ab diesem Schwangerschaftszeitpunkt jenem der SSL deutlich überlegen ist. Nomogramme für den Abdomenumfang, die Femurlänge, weitere Skelettmerkmale und die meisten inneren Organe sind ebenfalls verfügbar.

Embryonale/fetale Anatomie:

Die Evaluation der embryonalen/fetalen Anatomie zur frühen Detektion kongenitaler Anomalien erfordert die Verwendung hochauflösender (meist transvaginaler) Ultraschalltechnik. Gerade in anamnes-

tisch vorbelasteter Situation kann ein früher Malformationsausschluss sich stark entlastend für die werdende Mutter auswirken. Andererseits werden im Fall des auffälligen Befundes gebotene weiterführende Untersuchungen (z. B. genetische Analysen) zeitnah möglich.

- Kopf/ZNS [14, 22–24]:
 - ≥ 11. SSW: Rundliche/kontinuierliche Kopfkontur (Ausschluss anenzephalie Akranie), dünner echoarmer Hirnmantel, Falx cerebri, symmetrische, im Verhältnis weite Seitenventrikel mit Plexus choroideus (echoreich)
 - ≥ 12. SSW: Ossifikation der Schädelknochen (Darstellung in axialer und koronarer Schnittebene)
 - ≥ 13. SSW: Thalamus, III. Ventrikel
- Gesicht [2]:
 - 11.–14. SSW: Augen, Interorbitaldistanz, Linsen, Profil, Nase, Nasenknochen, Mandibula, Mund und Lippen(-kontur)
- Hals [25, 26]:
 - 11.–14. SSW: Nackentransparenz, Hygroma colli, Halszysten
- Wirbelsäule [27]:
 - ≥ 11. SSW: Wirbelsäulenausrichtung und -integrität inkl. der Darstellung einer ununterbrochenen Kontur der darüber gelegenen Rückenhaut (longitudinale und axiale Schnittebene). Besondere Aufmerksamkeit ist in Fällen von BIP-Messwerten < 5. Perzentile erforderlich. Ein Nichterreichen der Untersuchungsziele führt zu keinen unmittelbaren Konsequenzen, sondern zur überprüfenden Diagnostik im II. Trimenon.
- Thorax [25, 26]:
 - ≥ 11. SSW: Darstellung symmetrischer Lungenfelder homogener Echogenität, Ausschluss pleuraler Effusionen bzw. zystischer oder solider Raumforderungen/Tumore. Die Zwerchfellintegrität kann indirekt von der Position von Magen und Leber in Bezug auf das Diaphragma beurteilt werden

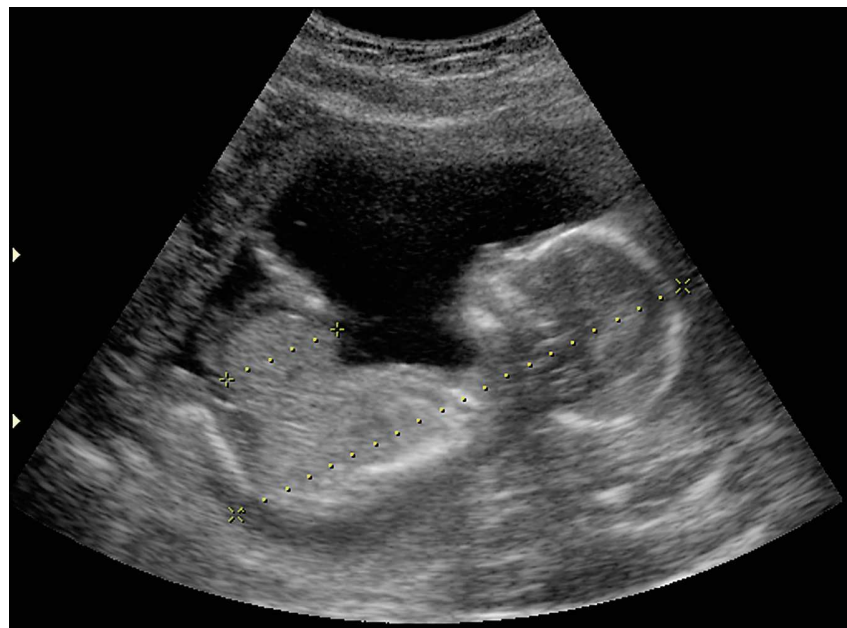


Abb. 10: 13. SSW: Fetale Mediansagittalanzeige mit glatt begrenztem, paraumbilikalem Bauchwanddefekt: große Omphalozele

- Herz [2, 10, 28]:
 - ≥ 11. SSW: Position (Levokardie) des Herzens und Herzrhythmus. Eine mehr ins Detail gehende, frühe fetale Echokardiographie – Darstellung vier morphologisch gleichförmiger Herzkammern bzw. der Ausschluss von z. B. AV-Kanal, Fallot'sche Tetralogie; univentrikuläres Herz ist möglich, allerdings nicht Teil der Routineuntersuchung
- Abdomen [2, 8]:
 - ≥ 11. SSW: Magenblase (echoleer) im linken Oberbauch (+ Levokardie) = Situs solitus. Die Nierendarstellung, beidseits paraspinal, ist aufgrund der wenig unterschiedlichen Echogenität ihres Parenchyms in Abgrenzung zu den umgebenden Geweben schwierig
 - 13.–14. SSW: Erste Harnblasendarstellungsmöglichkeit (echoleer zystische Struktur zentral im Unterbauch)
- Bauchwand [25, 26, 28]:
 - ≤ 12. SSW: Physiologischer Nabelbruch
 - ≥ 13. SSW: Darstellung der Nabelschnurinsertion, ggf. Nach-

weis einer Omphalozele, Gastroschisis (► Abb. 10)

- Extremitäten [2]:
 - 11.–14. SSW: Darstellung von vier Gliedmaßen mit jeweils drei knöchernen Segmenten. Hände und Füße in normaler Achsenstellung. Im Vergleich zum späteren Schwangerschaftsverlauf erleichterte Darstellbarkeit der noch flexionsunfähigen Finger mit dem Handteller in einer Ebene

Nabelschnur [2]:

≥ 11. SSW: Anzahl der Nabelschnurgefäße (Farbdopplersonographie kann hilfreich sein, allerdings nicht Teil der Routinesonographie/Sicherheitserwägungen), Nabelschnurzysten

Plazenta [2, 10]:

≥ 11. SSW: Darstellung von Sitz (besonders im Z. n. Sectio caesarea), Größe und Echostruktur der Plazenta. Ggf. abnorme Befunde: Hämatom, Lakune, Zyste, solide Raumforderung

Extrauterine Befunde [8-10]:

I. Trimenon: Gynäkologische und



nicht-gynäkologische Befunde im Kleinen Becken (u. a. Raumforderungen an Ovar, Eileiter, Uterus oder Scheide, Anlagestörungen der Gebärmutter und Vagina)

Schritt für Schritt

Früher geburtshilflicher Ultraschall ist mitnichten ausschließlich oder auch nur vorwiegend auf die Ergebnisse des Erstrimesterscreenings zu beschränken. Um dem Wunsch nach möglichst frühen aber auch gleichermaßen exakten Bildern des Ungebornen nachzukommen, wird kontinuierlich und nicht zuletzt an technischen Verbesserungsmöglichkeiten sonographischer Bildgebung auch im ersten Trimenon gearbeitet. Eine 3D- bzw. 4D-Untersuchung ist für bestimmte Fragestellungen (Oberflächenanomalien wie z. B. diverse Akranieformen, Bauchwanddefekte, kraniale und kaudale Neuralrohrdefekte, faziale Anomalien) abseits von Routineuntersuchungen, mitunter auch bereits im ersten Trimenon, als hilfreich anzusehen [29, 30, 31]. Grenzen erfährt die frühe morphologische Ultraschalldiagnostik dagegen durch die Nichterfassbarkeit, sich erst später im Schwangerschaftsverlauf entwickelnder, fetaler Auffälligkeiten/Störungen (u. a. Corpus callosum Anlagestörung, hypoplastisches Linksherzsyndrom). Dies führt zusammen mit der im ersten Trimenon noch erheblichen prognostischen Ungewissheit zur Beratungerschwernis der Familien, früh pränataldiagnostisch auffälliger Embryonen/Feten. Nichtsdestotrotz ermöglicht ein zielgerichteter Einsatz der pränataldiagnostischen Optionen bereits im ersten Schwangerschaftstrimenon morphologische und biometrische Rückschlüsse auf die Entwicklungsprozesse der Fruchtanlage, des Embryos oder des Fetus. Bei der überwiegenden Mehrzahl an Patientinnen, frühzeitig Störungen auszuschließen und unmittelbare Beruhigung zu vermitteln, wird so zum wertvollsten Vorzug früher pränataler Diagnostik.

Literatur:

1. Haeckel E. Generelle Morphologie der Organismen. Allgemeine Grundzüge der organischen Formen-Wissenschaft, mechanisch begründet durch die von Charles Darwin reformierte Descendenz-Theorie. Georg Reimer, Berlin. 1866, 2 Bände.
2. Salomon LJ, Alfirevic Z, Bilardo CM, Chalouhi GE, Ghi T, Kagan KO, Lau TK, Papageorgiou AT, Raine-Fenning NJ, Stirnemann J, Suresh S, Tabor A, Timor-Tritsch IE, Toi A, Yeo G. ISUOG Practice Guidelines: performance of first-trimester fetal ultrasound scan. *Ultrasound in Obstetrics and Gynecology*. 2013; 41: 102–113
3. Snijders RJ, Johnson S, Sebire NJ, Noble PL, Nicolaides KH. First-trimester ultrasound screening for chromosomal defects. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1996; 7: 216–226
4. Abramowicz JS, Kossoff G, Marsal K, Ter Haar G. Safety Statement, 2000 (recon-firmed 2003). International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology (ISUOG). *Ultrasound Obstet Gynecol* 2003; 21: 100
5. Torloni MR, Vedmedovska N, Meriardi M, Bertran AP, Allen T, Gonzalez R, Platt LD; ISUOG-WHO Fetal Growth Study Group. Safety of ultrasonography in pregnancy: WHO systematic review of the literature and meta-analysis. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2009; 33: 599–608
6. Hershkovitz R, Sheiner E, Mazor M. Ultrasound in obstetrics: a review of safety. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 2002; 101: 15–18
7. Geburtshilfe Basics. Hrsg. Strauss A unter Mitarbeit von Heer IM, Schulze A, Bauerfeind I. Springer Verlag, Heidelberg. 2006
8. Salvesen K, Lees C, Abramowicz J, Brezinka C, Ter Haar G, Marsal K. ISUOG statement on the safe use of Doppler in the 11 to 13+6 week fetal ultrasound examination. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2011; 37: 628
9. Strauss A., Jonat W., Diedrich K. Behandlungspfade in der Gynäkologie und Geburtshilfe. Springer Verlag, Heidelberg. 2013
10. Ultraschallpraxis in der Geburtshilfe und Gynäkologie. 3. Auflage. Hrsg. Strauss A unter Mitarbeit von Müller-Egloff S, Müller T. Springer Verlag, Heidelberg. 2016
11. Robinson HP, Sweet EM, Adam AH. The accuracy of radiological estimates of gestational age using early fetal crown-rump length measurements by ultrasound as a basis for comparison. *Br J Obstet Gynaecol* 1979; 86: 525–528
12. Robinson HP. „Gestation sac“ volumes as determined by sonar in the first trimester of pregnancy. *Br J Obstet Gynaecol* 1975; 82: 100–107
13. Salomon LJ, Bernard M, Amarsy R, Bernard JP, Ville Y. The impact of crown-rump length measurement error on combined Down syndrome screening: a simulation study. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2009; 33: 506–511
14. Sladkevicius P, Saltvedt S, Almström H, Kublickas M, Grunewald C, Valentin L. Ultrasound dating at 12–14 weeks of gestation. A prospective cross-validation of established dating formulae in in-vitro fertilized pregnancies. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2005; 26: 504–511
15. Crowley P. Interventions for preventing or improving the outcome of delivery at or beyond term. *Cochrane Database Syst Rev* 2000; (2): CD000170.
16. Mongelli M, Wong YC, Venkat A, Chua TM. Induction policy and missed post-term pregnancies: a mathematical model. *Aust N Z J Obstet Gynaecol* 2001; 41: 38–40
17. Savitz DA, Terry JW, Dole N, Thorp JM, Siega-Riz AM, Herring AH. Comparison of pregnancy dating by last menstrual period, ultrasound scanning, and their combination. *Am J Obstet Gynecol* 2002; 187: 1660–1666
18. Bagratee JS, Regan L, Khullar V, Connolly C, Moodley J. Reference intervals of gestational sac, yolk sac and embryo volumes using three-dimensional ultrasound. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2009; 34: 503–509
19. Grisolia G, Milano K, Pilu G, Banzi C, David C, Gabrielli S, Rizzo N, Morandi R, Bovicelli L. Biometry of early pregnancy with transvaginal sonography. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1993; 3: 403–411
20. Robinson HP. Sonar measurement of fetal crown-rump length as means of assessing maturity in first trimester of pregnancy. *Br Med J* 1973; 4: 28–31
21. Robinson HP, Fleming JE. A critical evaluation of sonar „crown-rump length“ measurements. *Br J Obstet Gynaecol* 1975; 82: 702–710
22. Altman DG, Chitty LS. New charts for ultrasound dating of pregnancy. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1997; 10: 174–191
23. Salomon LJ, Bernard JP, Duyme M, Dorion A, Ville Y. Revisiting firsttrimester fetal biometry. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2003; 22: 63–66
24. Loughna P, Chitty L, Evans T, Chudleigh T. Fetal size and dating: charts recommended for clinical obstetric practice. *Ultrasound* 2009; 17: 161–167

Alle Literaturstellen finden Sie unter:
www.gyne.de

Korrespondenzadresse:

Univ.-Prof. Dr. med. Alexander Strauss
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
E-Mail: astrauss@email.uni-kiel.de

Univ.-Prof. Dr. med.
Alexander Strauss

