



*...going one step further*



**VG391**

(1001257)

**Latin**

- 1 Ovum (Oocytus)
- 2 Pronucleus
- 3 Gametus masculinus (Spermatozoon, Spermium)
- 4 Blastomere
- 5 Blastocoel (Blastocele)
- 6 Trophoblastus
- 7 Embryoblastus
- 8 Embryoblastus: Epiblastus
- 9 Embryoblastus: Hypoblastus
- 10 Lacunae
- 11 Cavity amniotica
- 12 Saccus vitellinus
- 13 Extraembryonal mesenchyme
- 14 Cavity chorionica
- 15 Connecting stalk
- 16 Arcus branchiales
- 17 Vesicula ophthalmica
- 18 Cor sigmoideum
- 19 Funiculus umbilicalis
- 20 Chorion frondosum
- 21 Chorion laeve



## **A Die Entwicklung des menschlichen Keimes von der Befruchtung bis zum Ende des 2. Schwangerschaftsmonats**

### **B Eizelle zum Zeitpunkt der Befruchtung (Konzeption)**

Die Entwicklung eines Individuums (Ontogenese) beginnt mit der Befruchtung. Durch Verschmelzung der Vorkerne von Ei- und Samenzelle kommt es zur Vereinigung mütterlichen und väterlichen Erbmaterials. Die Befruchtung findet im erweiterten Abschnitt des Eileiters (Ampulla tubae uterinae) statt, nachdem männliche Keimzellen (Samenzellen, Spermien) in den weiblichen Genitaltrakt gelangt sind. Mit Hilfe bestimmter Enzyme dringt die Samenzelle durch die Eihaut (Zona pellucida) und anhängende Follikelzellen in die weibliche Keimzelle (Eizelle, Oozyte) ein. Diesen und Vorgang nennt man Imprägnation. Nach der Imprägnation liegen das weibliche und das männliche Erbmaterial aus dem Eikern und dem Spermienkopf mit jeweils einem halben Chromosomensatz als Vorkerne in der Eizelle vor. Bevor es zur Auflösung der Vorkernmembranen und Paarbildung der sich entsprechenden mütterlichen und väterlichen Chromosomen kommt, findet eine Verdoppelung des jeweiligen Erbmaterials statt, so dass das gepaarte Erbgut nach der Vereinigung in doppelter Ausführung vorliegt. Die entstandene Zelle wird als Zygote bezeichnet. Während ihres Transports durch den Eileiter in die Gebärmutterhöhle entwickelt sich die Zygote zur Blastozyste weiter.

### **C Zygote im 2- Zellen-Stadium**

Etwa 30 Stunden nach der Befruchtung teilt sich die Zygote durch Furchung in zwei einzelne Zellen, die als Blastomeren bezeichnet werden. Sie sind kleiner als die Mutterzelle, da die diese umgebende Eihaut (Zona pellucida) etwa bis zum 5. Tag erhalten bleibt.

### **D Zygote im 4-Zellen-Stadium**

Die entstandenen Blastomeren teilen sich weiter, so dass etwa 40-50 Stunden nach der Befruchtung das 4-Zell-Stadium erreicht wird. Ab diesem Stadium verlaufen die Zellteilungen nicht mehr synchron, so dass Furchungsstadien mit ungeraden Blastomerenzahlen gefunden werden.

### **E Zygote im 8-Zellen-Stadium**

Etwa 55 Stunden nach der Befruchtung ist das 8-Zellen-Stadium erreicht. Wegen der Ähnlichkeit des entstandenen Keimes mit einer Maulbeere spricht man ab diesem Stadium auch vom Maulbeerstadium. Der Keim wird als Maulbeerkeim oder, nach dem lateinische Wort Morum für Maulbeere, als Morula bezeichnet.

### **F Morula**

Die Blastomeren beginnen, sich in eine innere, den Embryo bildende Zellgruppe (Embryoblast) und eine äußere, den Embryo ernährende Zellgruppe (Trophoblast) zu ordnen. Der Trophoblast liefert den embryonalen Teil des Mutterkuchens (Plazenta) sowie einen Teil der Fruchthüllen.

### **G Blastozyste, ca. 4. Tag**

Etwa am 4. Tag nach der Befruchtung ist im Innern des Keims durch Zusammenfließen von Zwischenzellräumen eine Höhle entstanden, die nährstoffreiche Flüssigkeit aus dem Eileiter und dem Gebärmutterhohlraum enthält. Die Wand der Höhle wird vom Trophoblasten gebildet, dem der Embryoblast als Vorwölbung anliegt. Der Keim wird nun als Blastozyste bezeichnet. Die den Keim noch umgebende Eihaut (Zona pellucida) beginnt sich aufzulösen. Der Trophoblast bildet das Hormon hCG

# Keimesentwicklung in 12 Stadien

Deutsch

(humanes Choriongonadotropin), das dem Mutterorganismus die Schwangerschaftschaft signalisiert. Die Zellen des Embryoblasten werden auch als embryonale Stammzellen bezeichnet. Aus ihnen können alle Zellarten des neuen Organismus hervorgehen.

## H Blastozyte, ca. 5. Tag

Am Ende der ersten Entwicklungswoche ist der Embryoblast in Epiblast (blau) und Hypoblast (gelb) gegliedert. Beide Zelllagen bilden die runde Keimscheibe. Aus dem Embryoblasten gehen später die drei Keimblätter hervor, aus denen alle Gewebe und Organe des Embryos entstehen.

## I Blastozyste, ca. 8.-9. Tag

Etwas am 6. Tag nach der Befruchtung beginnt die Einnistung (Implantation, Nidation). Nachdem die Blastozyste der Zona pellucida „entschlüpft“ ist, tritt sie in Kontakt mit der Gebärmutter-schleimhaut (Endometrium). An der Berührungsstelle vermehren sich die Trophoblastenzellen. Diese oberflächlichen Zellen verdrängen und zerstören durch Freisetzung eweißauflösender Enzyme die Deckzellschicht der Gebärmutter-schleimhaut, so dass die Blastozyste ins Bindegewebe der Gebärmutter-schleimhaut gelangen kann (Invasion).

## J Keimling, ca. 11. Tag

Nach der Implantation des Keims um den 11. Tag wird die Gebärmutter-schleimhaut durch eweißspaltende Enzyme der oberflächlichen Trophoblastenzellen angedaut, wodurch der Keimling Nährstoffe aus dem mütterlichen Gewebe erhält (histiotrophe Phase). Die Versorgung mit Nährstoffen aus dem mütterlichen Blut (hämatotrophe Phase) erfolgt, sobald die Hohlräume (Lakunen), die sich im oberflächlichen Trophoblasten gebildet haben, Anschluss an die Gefäße der Gebärmutter-schleimhaut bekommen. Um den 12. Tag nach der Befruchtung bildet der Trophoblast Zotten, mit denen er in die Gebärmutter-schleimhaut vorwächst. Zwischen dem Epiblasten und den tiefen Trophoblastenzellen hat sich die Amnionhöhle gebildet. Durch Auswanderung von Hypoblastenzellen ist der Dottersack entstanden. Der Embryoblast besteht somit nun aus zwei Bläschen. Zwischen dem Embryoblasten und dem Trophoblasten entsteht extraembryonales Bindegewebe (Mesenchym).

## K Keimling, ca. 20. Tag

Mit fortschreitender Entwicklung wird das extraembryonale Bindegewebe an den Rand gedrängt, so dass es nur noch den Keim umgibt und den Trophoblasten innen auskleidet. Der dazwischen entstandene Hohlraum wird als Chorionhöhle (extraembryonales Zölon) bezeichnet. Das Bindegewebe zwischen dem Trophoblasten und dem Keimling bildet als Anlage der Nabelschnur den sogenannten Haftstiel. In diesen hinein wächst der embryonale Harnsack (Allantois), eine Ausstülpung des Dottersacks. Die drei Keimblätter Ektoderm, Mesoderm und Entoderm, aus denen jeweils verschiedene Gewebe und Organe hervorgehen, bilden die Keimscheibe. Aus dem Ektoderm entstehen im Wesentlichen das Nervensystem und Anteile der Sinnesorgane. Das Mesoderm liefert das Bindegewebe von Haut und Muskulatur, große Anteile des Urogenitalsystems sowie Bindegewebe und Muskulatur des Magen-Darmtrakts. Das Entoderm ist an der Bildung des Darmrohres beteiligt.

## L Embryo gegen Ende des 1. Schwangerschaftsmonats

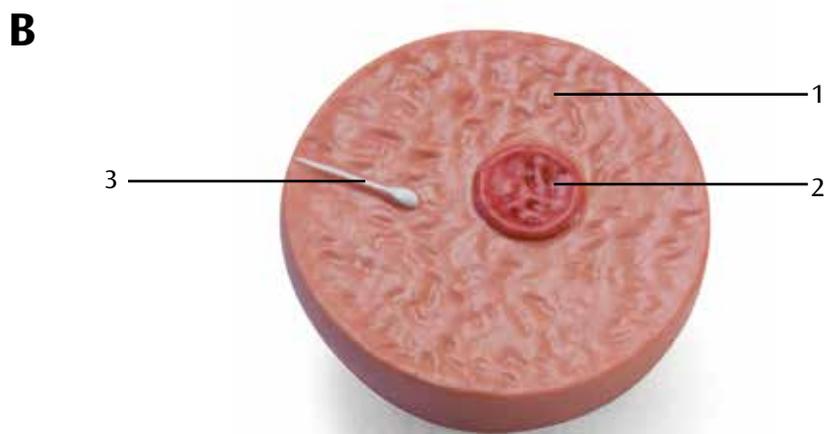
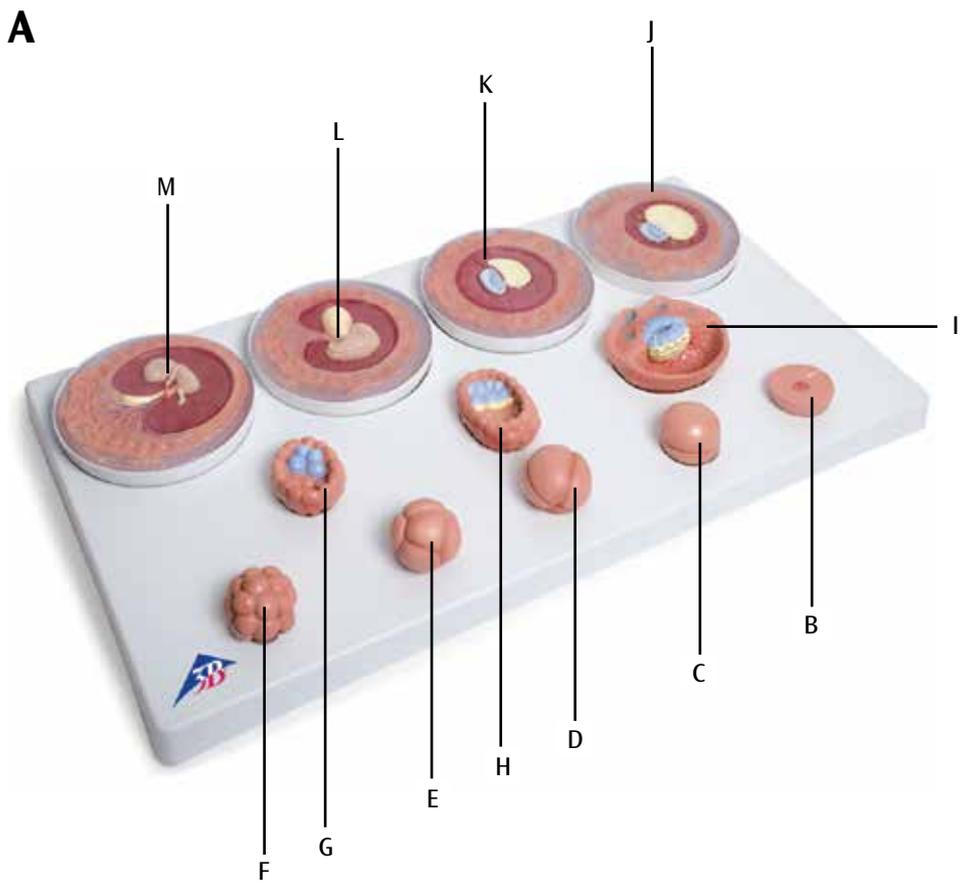
Durch Krümmung und seitliche Abfaltung der Keimscheibe hat der Embryo seine C-Form erhalten, die Amnionhöhle hat sich vergrößert. Im Bereich zwischen den Anlagen von Kopf und Rumpf sind vier sogenannte Schlundbögen (Branchialbögen) entstanden, die wesentlich an der Bildung von Gesicht, Nasenhöhlen, Mund, Schlund, Hals und Kehlkopf beteiligt sind. Ferner sind an dem Keimling die linke Augenanlage, das linke Augenbläschen, und die Herzanlage als Vorwölbung zu erkennen.

## M Embryo gegen Ende des 2. Schwangerschaftsmonats

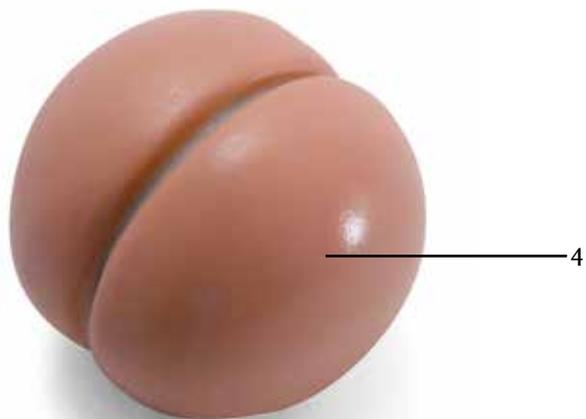
Der Haftstiel mit den eingewachsenen Gefäßen hat sich mit dem Dottersackstiel zur Nabelschnur vereinigt. Die Amnionhöhle wird größer und verdrängt die Chorionhöhle. Sie enthält Flüssigkeit aus der der Harnblase des Embryos (Fruchtwasser). Das Fruchtwasser schützt den Keimling bis zur Geburt vor Austrocknung und Schäden von außen. Am ehemaligen Implantationspol sind die Zotten stärker gewachsen (Chorion frondosum), während sich die Zotten in den übrigen Bereichen zurückbilden (Chorion laeve). Durch rasches Wachstum der Gehirnanlage nimmt der Kopf fast die Hälfte der der Scheitel-Steiß-Länge des Keimlings ein. Die Anlagen von Ober- und Unterarm, Ober- und Unterschenkel, sowie Finger und Zehen sind deutlich zu erkennen.

- 1 Weibliche Keimzelle (Eizelle)
- 2 Vorkern der Eizelle
- 3 Männliche Keimzelle (Samenzelle)
- 4 Furchungszelle (Blastomere)
- 5 Blastozystenhöhle
- 6 Trophoblast
- 7 Embryoblast
- 8 Embryoblast: Epiblast
- 9 Embryoblast: Hypoblast
- 10 Lakunen
- 11 Amnionhöhle
- 12 Dottersack
- 13 Extraembryonales Bindegewebe (Mesenchym)
- 14 Chorionhöhle (extraembryonales Zölon)
- 15 Haftstiel
- 16 Schlundbögen (Branchialbögen)
- 17 Augenbläschen
- 18 Herzanlage
- 19 Nabelschnur
- 20 Zottenreicher Teil der Zottenhaut (Chorion)
- 21 Glatte Teil der Zottenhaut (Chorion)

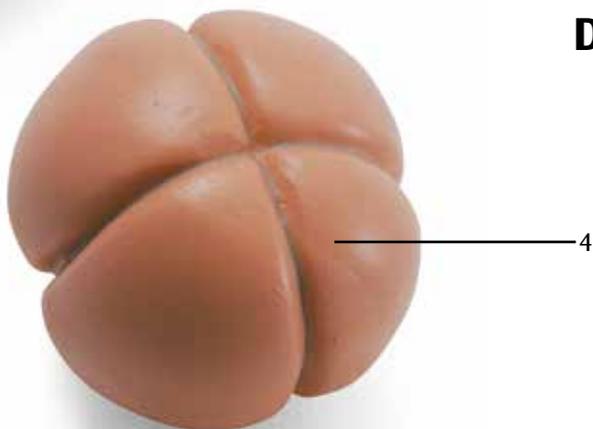




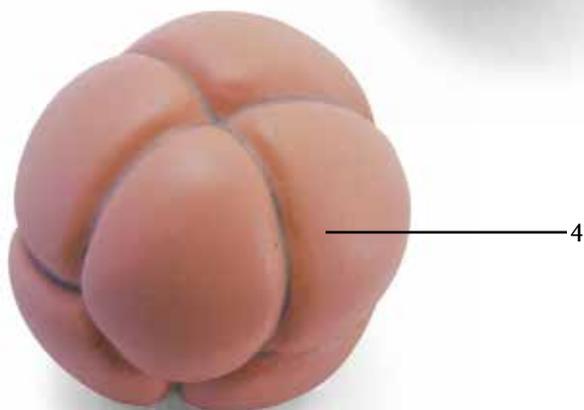
**C**



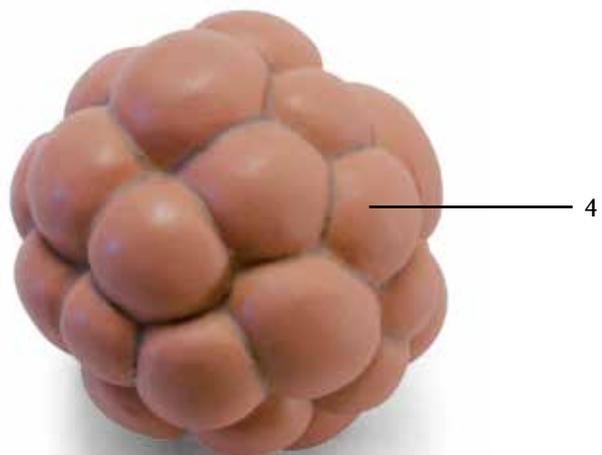
**D**



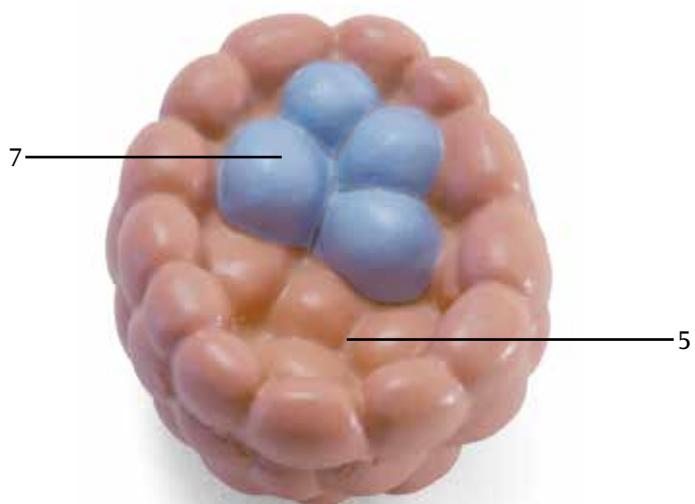
**E**



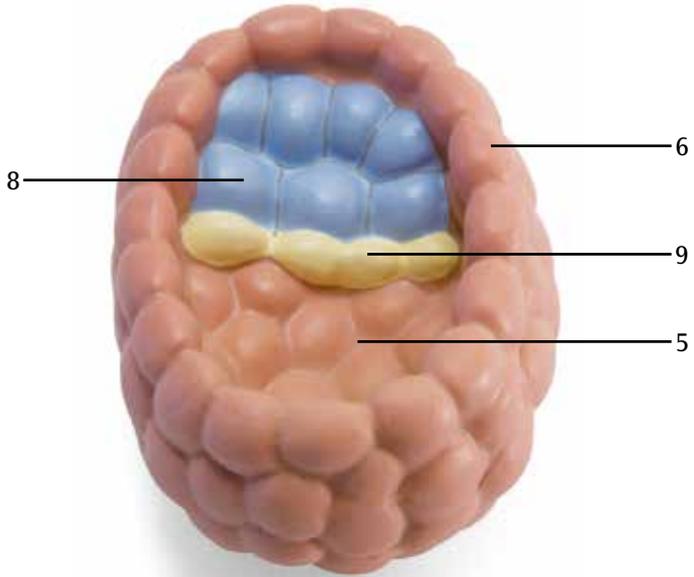
**F**



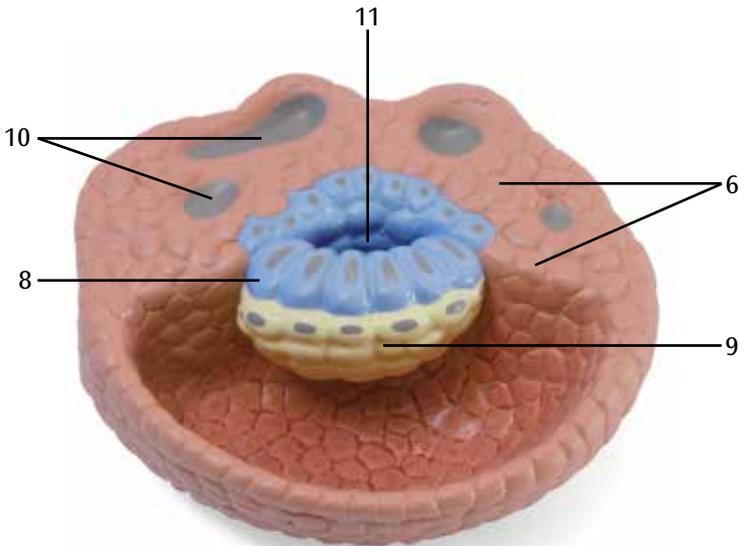
**G**



H



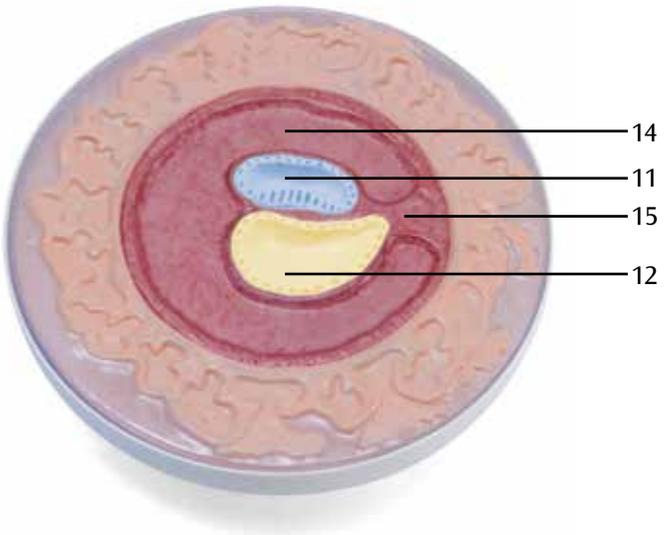
I



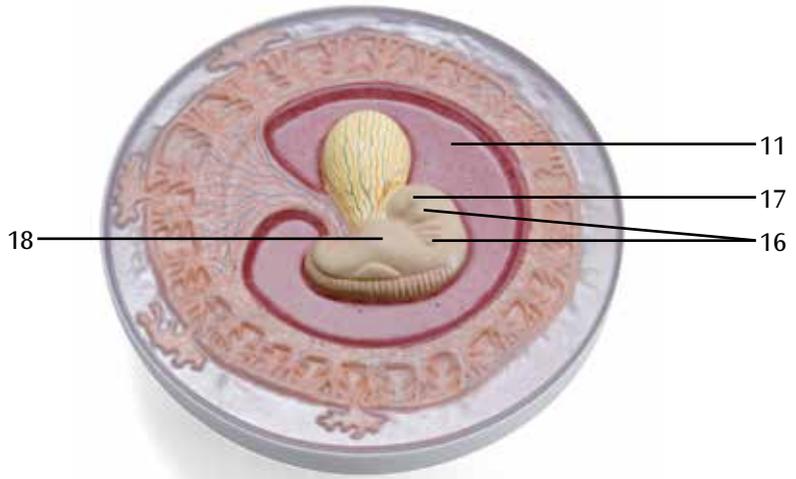
**J**



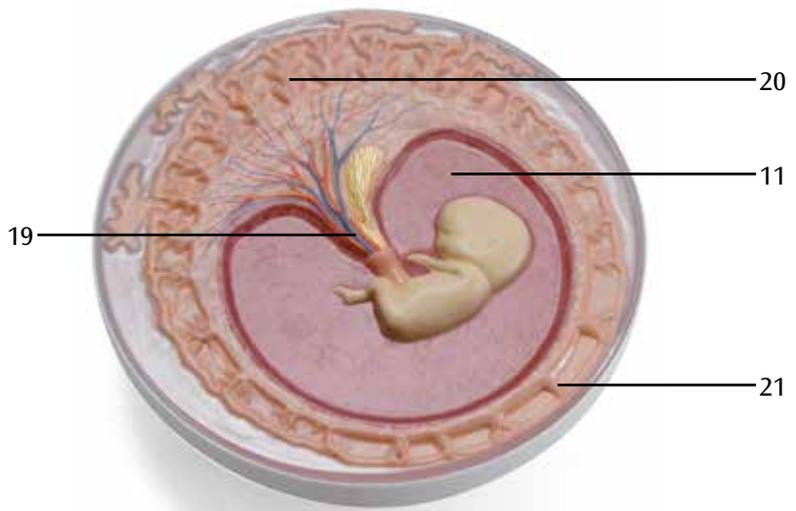
**K**



**L**



**M**



# 3B Scientific

A worldwide group of companies



**3B Scientific GmbH**

**Rudorffweg 8 • 21031 Hamburg • Germany**

**Tel.: + 49-40-73966-0 • Fax: + 49-40-73966-100**

**[www.3bscientific.com](http://www.3bscientific.com) • [3b@3bscientific.com](mailto:3b@3bscientific.com)**

© Copyright 2011 / 2015 / 2017 for instruction manual and design of product: 3B Scientific GmbH, Germany