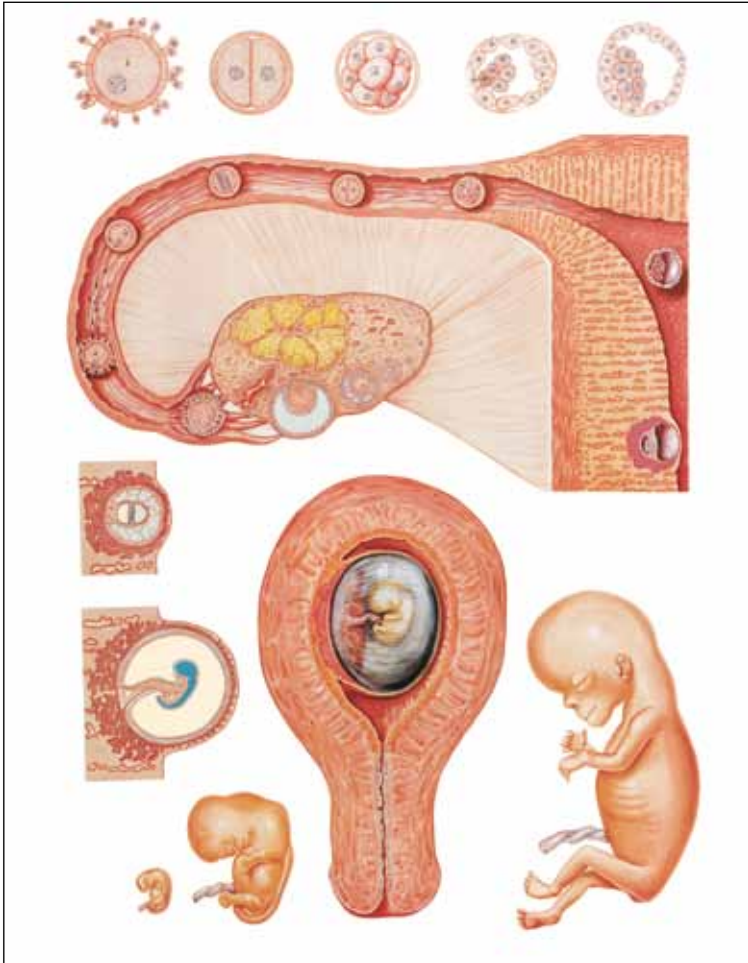




*...going one step further*



**V2066**

(1001222, 4006560)



## Development from Conception to Birth

Fertilization initiates the development of human being. A predevelopment stage precedes this phase, where the male and female germ cells (gametes) grow to maturity in the testes and the ovaries. This is important in making available a large number of fecundate male and female gametes, i. e. sperms and eggs. During maturation the set of chromosomes in the nuclei reduces by half. Man has 46 chromosomes, including the two sex-determining chromosomes X and Y. After conception, when a sperm has fertilized an ovule, the chromosomes are restored to their original number - 46. These pass on the genetic attributes, generally called traits, of the father and the mother to the future child and also determine its sex. For instance, when a sperm with 22 + X chromosomes fertilizes an ovule with 22 + X chromosomes, this produces a female embryo with 44 + X + X chromosomes. A male embryo has 44 + X + Y chromosomes.

**Fig. A** shows early stages of the human germ cell.

**Fig. B** Schematic section through ovaries, Fallopian tube and uterus. Both ovaries contain nearly 400,000 ovules. Each germ cell is surrounded by a close layer of granulosa cells. The large number of follicles - ovule and granulosa cells - ensure the continuation of the species, but also serve to produce estrogen, a female sex hormone for the formation and preservation of the sexual attributes of the female.

Approximately 400 ovules pass through growth and maturation during a lifetime (see B1, B2, B3 - primary, secondary and tertiary follicle). Each ovary always has 60 to 80 follicles in the tertiary stage (see B3), of which one matures to rupturing state (ovulation) every month. A large amount of estrogen is emitted during ovulation to induce growth in the mucous membrane or lining of the uterus (proliferation phase). About midway between two menstrual periods - 12<sup>th</sup> to 16<sup>th</sup> day in a 28 day cycle - ovulation occurs by follicle rupture, sweeping the ovule into the oviduct (Fallopian tube). The wall of the ruptured follicle collapses in folds due to the decreasing pressure (see B4). Its cells multiply and store a yellow pigment (lutein) which produces progesterone. This is a hormone that readies the lining of the uterus, which has been prepared by the follicle hormone (estrogen) for the reception of the fertilized egg (secretion phase). The yellow body (corpus luteum) that produces progesterone (see B5) remains active as hormonal gland - when an egg has been fertilized - close to the fourth month of pregnancy. It inhibits muscular movement of the uterus and prevents further maturing of another follicle. After a follicle has ruptured, the ovule is surrounded by a relatively thick, transparent membrane - the zona pellucida - and the remains of the follicle epithelium, the corona radiata (see B6). Fertilization of the egg and the first stages of development take place in the oviduct. Fig. B shows the 7 stages of early development in the oviduct and uterus, some of which correspond to the enlarged presentation of.

Because of their motility (3 to 4 mm/min) spermatozoae cover the 20 cm distance from the external orifice of the cervix - at the uterus - to the dilated part of the oviduct (ampulla tubae) in one or two hours. A large number of sperms are needed, about 300 million per ejaculation, because many die on the way to the oviduct. On the other hand, spermatozoae exude fecundate substances to make finding the ovule easier and soften its membrane to allow a sperm to enter the egg. Similar substances are given off by the ovule to attract sperms and induce them to converge on its surface. Only a single sperm pierces the outer membrane of the egg (see B7). This is followed by a chemo-physical change of the membrane, which makes it impossible for other spermatozoae to enter the germ cell. After a sperm has penetrated the membrane it loses its tail and the egg undergoes its last maturation division which splits the set of chromosomes. During the maturation stage of the egg, four cells will develop. Three of these are not fecundate and locate under the zona pellucida as polar bodies, to soon disappear (see B8). The one remaining cell represents the fecundate egg which contains the major proportion of protoplasm with a small reserve of yolk. The head of the sperm grows by fluid intake to a nucleus of similar size to that of the egg (see B8). Then the nuclear membrane dissolves, the carriers of the parental genes - the chromosomes - become visible, migrate to the mid-plane or equator (see B9) and thereafter move to the poles. The single cell plasma now becomes separated by the appearance of a membrane across the equator, producing the first two cleavage cells (see B10, A2). Each of which contains half of the parent chromosomes. Further cleavage produces a ball of cells, the

morula (see B11, A3), within which the cells then separate, leaving a cavity with a single layer of cells (see B4) around it.

These cells are called trophoblast and form the chorion that later passes nourishment to the embryo at its side of the placenta. An inner cell mass (embryoblast) remains in the cavity, in close contact with the trophoblast from which the embryo develops. This is the blastula stage, with the formed cell called blastocyst. On the 5<sup>th</sup> or 6<sup>th</sup> day of development the germ cell has reached the uterus cavity. During its stay in the oviduct the germ cell is kept in motion continuously by the contraction of the tube to provide constant contact with the tube's nourishing secretion and prevent an implantation in the oviduct (fallopian pregnancy). Too early embedding is also prevented by the zona pellucida, the membrane that gradually detaches in the blastocyst stage (see A4 and A5). During this stage, the egg becomes implanted in the lining of the uterus, which is 6 or 7 days after conception (see B13), with the back or front wall of the uterus being preferred nesting sites. When the blastocyst has become attached to the uterine lining, ferments are secreted by the trophoblast cells which erode cover tissue and connective tissue of the lining to allow the egg cell to burrow into the lining. Trophoblast cells proliferate especially at the embedding side of the germ cell, where they form finger-like processes (villi) of many cell layers (see B13). These join intimately with the mother tissue to tap it for nourishment for the embryo on the inside. From this trophoblast section the villi of the placenta are later formed. During implantation, the cells inside the blastocyst (see B12) arrange themselves in layers (see B13). On the 8<sup>th</sup> day after conception, an embryonic disk has thus developed with a clearly defined upper layer - the ectoderm (blue) - and a lower layer - the endoderm (light red). Above the ectoderm is the amniotic cavity (violet), which is enclosed by the amnion and filled with amniotic fluid. The cavity between the endoderm and the trophoblast epithelium is the blastocoel, the cavity of the blastula.

**Fig. C** Even before the median germ layer (mesoderm) appears between ectoderm and endoderm, gelatinous tissue (mesenchym) develops very early in man (9<sup>th</sup> day), which inserts between embryonal attachment and the trophoblast shell. The mesenchym and the epithelium of the shell is known as chorion (outer fetal cover). Where the gelatinous tissue covers the inner trophoblast and the embryo on the outside, it acts as a seal; while the intermediate layer - filling the chorion cavity - transforms to a gelatinous mass. The mesenchym layer next to the trophoblast cells is joined to the embryonal site by a body stalk, that represents the early form of the umbilical cord (see Fig. C, left). A scattered conglomeration of cells - the so-called blood islands - appear in the body stalk and join to produce blood vessels for conveying nourishment and oxygen to the embryo from the trophoblast. The embryonal site is disk-shaped. Above the ectoderm (blue) is the domed amnion epithelium (violet) that encloses the amniotic cavity. Growth processes at the endoderm (light red) produce the yolk sac on the 13<sup>th</sup> day. In man this contains no yolk, as with other vertebrates, but a highly albuminous fluid.

**Fig. D** Further growth and differentiation of the three germ layers produce the organ buds of the embryo. Essentially, the nervous system and the epithelium of the skin (epidermis) grow from the ectoderm. Expansion of the amniotic cavity, which grows embryonal development, gradually displaces the gelatinous mass in the chorion cavity. The transition between ectoderm and amniotic epithelium shifts to the site where the umbilical cord joins the embryo. Continuing fetal development therefore proceeds in the fluid filled amniotic cavity. The constantly increasing volume of amniotic fluid, which at birth amounts to nearly 1½ litres, protects the embryo from mechanical influences and appears to have communicating function in embryonal nutrition. When the embryo forms, most of the endodermal yolk sac epithelium is taken into the body to produce a primitive digestive tube. From this the large gland buds grow to become liver and pancreas. The rest of the yolk sac remains outside the body and can sometimes be detected at birth as vitelline sac at the inner surface of the placenta. At first this sac is still in direct communication with the median part of the digestive duct through the stalk of the yolk sac in the umbilical cord. From the median cellular layer (mesoderm) the embryonic tissue and the muscular sheath of the endodermal epithelium of the digestive tube are formed. The precartilaginous - later bony - covers of the central nervous system, the heart, the blood and the tissue of the skin also emerge from the mesoderm. Two arteries and one big vein are contained in the umbilical cord to convey nutrition from the placenta to the embryo. These blood vessels penetrate to the interior of the chorionic villi, which have been transformed from the trophoblast covered processes of the placenta. Blood flows from the uterine arteries into the space between the villi.

## English

Exchange of food substances and waste products proceed through the complicated wall structures of the chorionic villi and the embryonal blood vessels. There is no direct contact between maternal and fetal blood. The portion of the trophoblast at the edge of the placenta which covers the bag of waters has only few villi, which soon disappear. Besides the amnion (inner fetal cover), the trophoblast outside the placenta - that has been transformed into the chorion (outer fetal cover) - represents part of the wall of the bag of waters which ruptures at birth. A thin lamina of the uterine lining serves as outer encapsulating cover (decidua capsularis) of the bag of waters. At its edge it passes over to the maternal side of the placenta.

**Fig. E** shows the intrauterine development at the end of the second month. Through the projecting bag of waters, the uterine cavity is narrowed to a shell, which disappears in the 4<sup>th</sup> month when the encapsulating cover (decidua capsularis) merges with the membrane of the uterine wall. In the display, the two outer layers (decidua capsularis and chorion) are removed from the bag of waters; the cuts at the upper and lower pole can be seen. This is to reveal the inner fetal cover (amnion) through which is seen the embryo immersed in the amniotic fluid. The amnion covers the surface of the placenta and the umbilical cord. On the outside of the uterine lining is the thick muscular coat of the uterus (myometrium). It is made up of smooth muscle cells which surround the uterine cavity in spirals. These effect simultaneous shortening and constriction of the uterus during the expulsive stage of labour. The abdominal wall (peritonium) forms the outermost layer, close to the uterine muscles. Continuing growth of the embryo gradually opens the cervical canal.

**Figs. F to H** display the embryo in the various stages of development. **Fig. F** shows an embryo of 5 mm length at the end of the 4<sup>th</sup> week of development. Note that head and tail sections are turned in towards each other. The eyes are arranged at the side of the head in cup-type recesses. Four visceral arches are on each side, separated by gill clefts or separating arches. From these the future neck section develops. Conspicuous is the large heart that bulges the breast outward. Through the skin of the back the primitive segments that originated from the media germ layer (mesoderm), are just visible, which later produce the spinal column, the muscles and tissue of the skin. At the sides of the body the two stubs of the arms and legs emerge.

**Fig. G** shows the embryo in the 6<sup>th</sup> week of development, which has by then reached a length of 15.5 mm. The very large head is modeled by the prominent growth of the brain. The transparent spot in the neck region designates the future rhomboid sinus of the brain stem. Skin folds surround the eyes and later become eyelids. Above the visceral arches can be seen the depression of the external auditory canal. The voluminous liver causes the abdomen to protrude. At the back, primitive segments have resolved to fetal connecting tissue, a process that continues toward the tail which begins to regress. Arm and leg stumps become longer, with web-like structures at the ends already having demarcations for fingers and toes.

**Fig. H** displays a fetus in the third month of development, which by then has gained a length of 47 mm head-to-tail. Principal characteristics of the later shape of the body are evident, with the head in relation to the face still disproportionally large. Eyelids completely cover the eyeballs. They have fused and will not open again until the 6<sup>th</sup> month. All parts of the extremities are clearly defined, with elbows and knees originally turned outward. Now, the elbows are turned to the rear, while the knees point forward.

The instruction chart has been arranged under the scientific direction of Prof. Dr. med. habil. D. Wendler (†) and Dr. K. Welt from the Institute of Anatomy at Universität Leipzig.

**Fig. A** Early stages of the human germ cell

- 1 Fertilization
- 2 Two-cell stage
- 3 Morula
- 4 Initial blastocyst stage
- 5 Blastocyst stage

**Fig. B** Section through ovaries, Fallopian tube and uterus

- 1 Primary follicle
- 2 Secondary follicle
- 3 Tertiary follicle
- 4 Ruptured follicle
- 5 Yellow body - corpus luteum
- 6 Ovule with zona pellucida and corona radiata
- 7 Fertilization
- 8 Maturation division of the ovule is completed.  
Head of sperm cell grown to size of ovule nucleus.
- 9 Arrangement of the chromosomes in the equatorial plane
- 10 Two-cell stage
- 11 Ball of cells - morula
- 12 Blastula - blastocyst
- 13 Nidation of the germ cell in the lining of the uterus - implantation

**Fig. C** Germ cell after implantation

**Fig. D** Development of fetal integument and umbilical cord

**Fig. E** Intrauterine development at end of second month

**Fig. F** Embryo of 5 mm length - end of 4th week

**Fig. G** Embryo of 15.5 mm length - 6<sup>th</sup> week

**Fig. H** Fetus, 47 mm length head-to-tail - third month

(Figures are schematically presented)

Die Entwicklung des Menschen beginnt mit der Befruchtung. Vorher vollzieht sich die Vorentwicklung, die in der Vermehrung und Reifung der männlichen und weiblichen Keimzellen in Hoden und Eierstock besteht. Die Bedeutung der Vorentwicklung liegt also in der Bereitstellung einer großen Zahl befruchtungsfähiger männlicher und weiblicher Keimzellen (Spermien und Eizellen). Durch die in der Reifungsperiode stattfindende Reduktionsteilung verringert sich der in den Kernen befindliche Chromosomensatz (beim Menschen 46 Chromosomen, einschließlich der bei den Geschlechtschromosomen X und Y) um die Hälfte. Nach der Befruchtung einer Eizelle durch ein Spermium ergeben sich insgesamt wieder 46 Chromosomen, die dem neuen Lebewesen die Erbeigenschaften der Mutter und des Vaters vermitteln und gleichzeitig das Geschlecht des Kindes festlegen. Befruchtet ein Spermium mit dem Chromosomensatz 22 + X die Eizelle (22 + X), dann entsteht ein weiblicher Keimling (44 + X + X). Männliche Keimlinge haben den Chromosomensatz 44 + X + Y.

**Abb. A** zeigt Frühstadien menschlicher Keime.

**Abb. B:** Schematische Darstellung eines Längsschnittes durch den Eierstock, den schlauchförmigen Eileiter und die Gebärmutter.

In beiden Eierstöcken befinden sich nahezu 400.000 Eizellen, von dichtgelagerten Zellen (Follikel epithel) umgeben. Die hohe Anzahl von Follikeln (Eizelle und Follikel epithel garantiert einerseits die Erhaltung der Art, andererseits erzeugt die Gesamtheit der Follikel die für die Bildung und Erhaltung der weiblichen Geschlechtsmerkmale nötige Menge weiblichen Geschlechtshormones (Follikelhormon).

Annähernd 400 dieser Eizellen machen einen Wachstums- und Reifungsprozeß durch (Primär-, Sekundär-, Tertiärfollikel B 1, 2, 3). In jedem Eierstock befinden sich ständig 60-80 Tertiärfollikel (B3). Monatlich wächst ein Tertiärfollikel zum sprungreifen Follikel heran, wobei große Mengen Follikelhormon ausgeschüttet werden, die die Gebärmutter schleimhaut zum Wachstum anregen (Proliferationsphase). In der Mitte zwischen zwei Regelblutungen (bei 28-tägigem Zyklus am 12.-16. Tag) erfolgt der Follikelsprung (Ovulation), wobei die Eizelle in den Eileiter gelangt. Die Wand des gesprungenen Follikels fällt durch den nachlassenden Druck faltig zusammen (B4). Ihre Zellen vermehren sich, lagern einen gelben Farbstoff (Lutein) ein und erzeugen das Gelbkörperhormon (Progesteron), das die vom Follikelhormon vorbereitete Gebärmutter schleimhaut für die Aufnahme des befruchteten Eies fertigstellt (Sekretionsphase). Der Gelbkörper (Corpus luteum, B5) bleibt als Hormondrüse im Falle der Befruchtung der Eizelle annähernd bis zum 4. Schwangerschaftsmonat tätig, sorgt für die Ruhigstellung der Uterusmuskulatur und verhindert das Heranreifen neuer Follikel. Die Eizelle ist nach dem Follikelsprung von einer stark lichtbrechenden Hülle (Zona pellucida) und Resten des Follikel epithels (Corona radiata) umgeben (B6).

Die Befruchtung sowie die ersten Schritte der Entwicklung erfolgen im Eileiter (auf Abb. B wurden in Eileiter und Gebärmutter 7 Stadien der Frühentwicklung angegeben, die zum Teil den vergrößert dargestellten Stadien der Abb. A entsprechen). Die Spermien legen auf Grund ihrer hohen Geschwindigkeit (3-4 mm/Min.) die annähernd 20 cm lange Strecke vom äußeren Muttermund der Gebärmutter bis zum eierstocknahen, erweiterten Abschnitt des Eileiters (Ampulla tubae) in 1-2 Stunden zurück. Die große Anzahl von Spermien (ungefähr 300 Millionen/Samenerguß) ist nötig, da viele auf dem Weg zum Eileiter zugrunde gehen, andererseits die Spermien Befruchtungsstoffe abgeben, die das Auffinden der Eizelle erleichtern, deren Hüllen erweichen und damit das Eindringen eines Spermiums ermöglichen. Auch die Eizelle sondert ähnliche Befruchtungsstoffe ab, die die Spermien anlocken und auf der Eizelloberfläche konzentrieren. Nur einem einzigen Spermium gelingt es, in das Protoplasma der Eizelle einzudringen (B7), wobei sich der physiko-chemische Zustand des Eizellplasmas ändert, so dass kein weiteres Spermium die Eizelle besamen kann. Nach dem Eindringen verliert das Spermium seinen Schwanzabschnitt, und die Eizelle vollzieht ihre letzte Reifeteilung, die in der Halbierung des Chromosomensatzes besteht. Während der Reifung der Eizelle entstehen insgesamt 4 Zellen: drei nicht befruchtungsfähige Zellen (Polkörperchen), die unter der Zona pellucida liegen und bald verschwinden (B8), und eine entwicklungsfähige Eizelle, die den größten Teil des Protoplasmas mit den geringen Dotterreserven erhält. Der Kopfabschnitt des Spermiums wächst durch Flüssigkeitsaufnahme zu einem dem Eizellkern an Größe gleichenden Zellkern heran (B8). Durch Auflösung der Kernmembran werden die das mütterliche und väterliche Erbgut tra-

genden Chromosomen sichtbar, ordnen sich in der Äquatorialebene an (B9) und weichen dann polwärts auseinander. Die Durchschnürung des Eizellplasmas läßt die bei den ersten Furchungszellen entstehen (B10, A2), welche jeweils die Hälfte des Chromosomensatzes von Mutter und Vater tragen. Nach weiteren Furchungsteilungen ist das Stadium des Maulbeerkeims, Morula erreicht (B11, A3). Innerhalb der Morula erfolgt eine Sonderung der Zellen, indem eine Höhle auftritt, die ein einschichtiger Zellbelag begrenzt (A4). Die Zellen (Trophoblast), aus denen der kindliche Anteil der Plazenta hervorgeht, übernehmen die Ernährung des Embryos. In der Höhle verbleibt ein Zellhaufen in engem Kontakt mit dem Trophoblasten. Aus diesen Zellen (Embryoblast) entsteht der Keimling. Das beschriebene Stadium nennt man Keimblase, Blastocyste. Diese erreicht am 5.-6. Entwicklungstag die Gebärmutterhöhle. Während des Aufenthaltes in der Tube wird der Keimling durch Kontraktion der Tubenmuskulatur dauernd bewegt, damit er ständig mit dem ihn ernährenden Tubensekret in Berührung steht und eine Einnistung in die Schleimhaut des Eileiters (Eileiterschwangerschaft!) unterbleibt. Auch die Zona pellucida, die sich im Blastocysten-Stadium allmählich löst, verhindert eine zu frühe Einnistung (A4 und 5).

Im Blastocystenstadium erfolgt die Einnistung (Implantation) des Keimes in die Gebärmutter Schleimhaut am 6.-7. Tag nach der Befruchtung (B13). Bevorzugt als Implantationsstelle sind Vorder- und Hinterwand des Gebärmutterkörpers. Nach der Anheftung der Blastocyste an die Gebärmutter Schleimhaut sondern die Trophoblastzellen Enzyme ab, die das Deckgewebe und das Schleimhautbindegewebe andauen, wodurch der Keimling allmählich in die Schleimhaut einsinkt. Die Trophoblastzellen vermehren sich besonders an der Seite des Keimes, der bei der Einnistung vorangeht, und bilden eine vielschichtige, zerklüftete Zelllage (B13), die das mütterliche Gewebe zerstört und aus diesem Gewebebrei die Nährstoffe für den im Inneren liegenden Embryo aufnimmt. Aus diesem Abschnitt des Trophoblasten entstehen später die Zotten des Mutterkuchens (Plazenta). Während der Einnistung erfolgt die Umformung des Embryoblasten, indem sich die Zellen im Inneren der Blastocyste (B12) in Schichten ordnen (B13). Am 8. Tag nach der Befruchtung ist eine Keimscheibe entstanden, an der das äußere Keimblatt (Ektoderm, blau) und das innere Keimblatt (Entoderm, hellrot) zu unterscheiden sind. Über dem Ektoderm liegt die vom Amnionepithel (violett) abgeschlossene, von Fruchtwasser erfüllte Amnionhöhle. Der zwischen Entoderm und Trophoblastepithel gelegene Hohlraum ist die Keimblasenhöhle (Blastocoel).

**Abb. C:** Beim Menschen entsteht sehr früh (9. Tag), noch bevor zwischen Ektoderm und Entoderm das mittlere Keimblatt (Mesoderm) auftritt, aus den Trophoblastzellen embryonales Bindegewebe (Mesenchym), das sich zwischen Keimlingsanlage und Trophoblastschale einschiebt. Das Epithel des Trophoblasten und das unter ihm liegende Mesenchym wird als Chorion (äußere Eihaut) bezeichnet. Wo das embryonale Bindegewebe die Innenseite des Trophoblasten und die Außenseite des Keimlings überzieht, wird es dicht, während die Zwischenschicht, die die sogenannte Chorionhöhle erfüllt, eine gallertige Umwandlung erfährt. Das dem Trophoblasten anliegende, verdichtete Mesenchym steht mit dem der Keimlingsanlage durch den Haftstiel, dem Vorläufer der Nabelschnur, in Verbindung. In diesem bilden sich Blutinseln, aus deren Vereinigung Blutgefäße hervorgehen, die vom Trophoblasten dem Keimling Nährstoffe und Sauerstoff zuführen. Die Keimlingsanlage besitzt weiterhin Scheibenform. Über dem Ektoderm (blau) wölbt sich kuppelförmig das Amnionepithel (violett) und umschließt die Amnionhöhle. Durch Wachstumsvorgänge im Bereich des Entoderms (hellrot) entsteht am 13. Tag ein weiteres Bläschen, der Dottersack, der jedoch beim Menschen, im Gegensatz zu den Wirbeltieren, keinen Dotter enthält, sondern eine eiweißreiche Flüssigkeit.

**Abb. D:** Wachstums- und Differenzierungsvorgänge formen aus den drei Keimblättern die Organanlagen des Embryos. Im wesentlichen gehen aus dem Ektoderm das Nervensystem und das Epithel der Haut (Epidermis) hervor. Durch die Ausdehnung der Amnionhöhle, die den Keimling gleichsam umwächst und dadurch das die Chorionhöhle erfüllende gallertige Bindegewebe allmählich verdrängt, wird der Übergang zwischen Ektoderm und Amnionepithel auf den Nabelschnuransatz am Keimling verschoben.

Die weitere Entwicklung des Feten vollzieht sich deshalb innerhalb der mit Fruchtwasser erfüllten Amnionhöhle. Die ständig zunehmende Menge an Fruchtwasser (am Geburtstermin annähernd 1½ Liter) schützt den Keimling weitgehend vor mechanischen Einwirkungen und scheint auch für die Ernährung des



## Deutsch

Feten gewisse Transportfunktionen zu erfüllen. Bei der Ausbildung der Form des Keimlings wird ein großer Teil des entodermalen Dottersackepithels in das Körperinnere aufgenommen und liefert das embryonale Darmrohr, aus dem die großen Darmdrüsen (Leber, Bauchspeicheldrüse) aussprossen. Der außerhalb des Keimlingskörpers verbleibende Dottersackrest ist mitunter bis zur Geburt als Nabelblase auf der Innenfläche der Plazenta nachweisbar. Die Nabelblase steht vorerst noch mit dem mittleren Abschnitt des Darms durch den in der Nabelschnur verlaufenden Dottersackstiel in offener Verbindung. Das mittlere Keimblatt bildet die bindegewebige und muskulöse Umhüllung des entodermalen Epithels des Darmrohres, die knorpeligen bzw. späteren knöchernen Hüllen des Zentralnervensystems, das Herz, das Blut sowie die bindegewebigen Anteile der Haut. Zwischen Keimling und Plazenta sorgen drei Blutgefäße (zwei Nabelarterien, eine Nabelvene) für die Beförderung der Nährstoffe. Die Blutgefäße dringen in das Innere der zu Chorionzotten umgewandelten, vom Trophoblasten überzogenen Plazentazotten ein. Arterien der Gebärmutter ergießen ihr Blut in den Zwischenzottenraum. Jeglicher Austausch von Stoffwechselprodukten bzw. Nährstoffen muß durch die kompliziert gebauten Wände der Chorionzotten und der kindlichen Blutgefäße erfolgen. Nirgends stehen mütterliches und kindliches Blut in unmittelbarem Kontakt. Der Teil des Trophoblasten, der vom Rande der Plazenta ausgeht und die Fruchtblase umschließt, bildet nur wenige Zotten aus, die bald verschwinden. Neben dem Amnion (innere Eihaut) stellt der zum Chorion (äußere Eihaut) umgewandelte, außerhalb der Plazenta gelegene Trophoblast einen Teil der Wand der Fruchtblase, die zu Beginn der Geburt „springt“, dar. Als äußerer, kapselartiger Überzug der Fruchtblase folgt eine dünne Lamelle der Gebärmutter Schleimhaut (Decidua capsularis).

**Abb. E:** Der Hohlraum des Uterus ist schalenförmig durch die sich vorwölbende Fruchtblase eingeengt. Er verschwindet im 4. Monat völlig, indem die Decidua capsularis mit der wandständigen Decidua verschmilzt. Von der Fruchtblase wurden die beiden äußeren Schichten (Decidua capsularis und Chorion) entfernt (Schnitttrand am oberen und unteren Pol erkennbar). Damit wird die innere Eihaut (Amnion) dargestellt, durch die der im Fruchtwasser schwimmende Keimling sichtbar ist. Das Amnion überzieht die Oberfläche der Plazenta und die Nabelschnur.

Der Schleimhaut der Gebärmutter folgt außen die dicke Muskelschicht (Myometrium), deren glatte Muskelzellen in Form von Spiralen den Gebärmutterhohlraum umgeben, wodurch während der Austreibungsperiode der Geburt gleichzeitig eine Verkürzung und Verengung der Gebärmutter erreicht wird. Als äußere Schicht legt sich das parietale Bauchfell (Perimetrium) als dünne Lage der Uterusmuskulatur an.

Mit der weiteren Vergrößerung des Feten wird allmählich der Kanal des Gebärmutterhalses eröffnet.

**Abb. F bis H** stellen Keimlinge verschiedener Entwicklungsmonate dar.

**Abb. F:** Embryo von 5 mm Länge (Ende der 4. Entwicklungswoche). Auffällig ist die Abknickung des Kopf- und Schwanzabschnittes. Seitlich am Kopf liegen die Augen in Form des Augenbeckens. Der spätere Halsabschnitt besteht aus jederseits 4 Kiemenbögen, getrennt durch Kiemenfurchen. Die auffallend große Herzanlage wölbt den Brustabschnitt als Herzwulst vor. Durch die Rückenhaut schimmern die aus dem mittleren Keimblatt entstandenen Ursegmente, aus denen die Wirbelkörper, Muskulatur und Hautbindegewebe hervorgehen. Seitlich am Körper wachsen die beiden stummelförmigen Anlagen von Arm und Bein aus.

**Abb. G:** Embryo von 15,5 mm Länge (6. Entwicklungswoche). Der sehr große Kopf wird durch die mächtige Entfaltung der Hirnanlage modelliert. Im Nackenbereich deutet eine durchscheinende Stelle die spätere Rautengrube des Hirnstammes an. Hautfalten, die Anlagen der Augenlider, umgeben die Augen. Über dem Kiemenbogenbereich ist die Einsenkung des äußeren Gehörgangs sichtbar. Die Wölbung des Bauches kommt durch die mächtige Entfaltung der Leber zustande. Am Rücken haben sich die oberen Ursegmente zur Bildung von embryonalem Bindegewebe aufgelöst. Der Prozeß schreitet schwanzwärts fort. Die Schwanzanlage ist in Rückbildung begriffen. Arm- und Beinanlagen verlängern sich, ihre Enden bilden Hand- bzw. Fußplatten, deren Einkerbungen auf die Entstehung der 5 Finger- bzw. Zehenstrahlen hindeuten.

**Abb. H:** Fetus von 47 mm Scheitel-Steiß-Länge (3. Schwangerschaftsmonat). Er zeigt alle wesentlichen Merkmale der späteren äußeren Körperform. Gegenüber dem großen Hirnschädel fällt der niedrige Gesichtsschädel auf. Die Augenlider bedecken den Augapfel völlig und verkleben miteinander. Alle Teile der Gliedmaßen sind voneinander abgesetzt. Die ursprünglich nach außen zeigenden Streckseiten der Gliedmaßen haben sich für Arm und Bein in entgegengesetzte Richtung gedreht: Am Arm liegt jetzt die Streckseite hinten, am Bein vorn. Die Lehrtafel wurde unter der wissenschaftlichen Anleitung von Prof. Dr. med. habil. D. Wandler (†) und Dr. K. Welt, Anatomisches Institut der Universität Leipzig entwickelt.

**Abb. A** Frühstadien menschlicher Keime

- 1 Befruchtung
- 2 Zweizellenstadium
- 3 Morula
- 4 beginnendes Blastocystenstadium
- 5 Blastocyste

**Abb. B** Längsschnitt durch Eierstock, Eileiter und Gebärmutter

- 1 Primärfollikel
- 2 Sekundärfollikel
- 3 Tertiärfollikel
- 4 Gesprungener Follikel
- 5 Gelbkörper - Corpus luteum
- 6 Eizelle mit Zona pellucida und Corona radiata
- 7 Befruchtung
- 8 Reifeteilung der Eizelle abgeschlossen; Kopfabschnitt des Spermiums zur Größe des Eizellkernes herangewachsen
- 9 Anordnung der Chromosomen in der Äquatorialebene
- 10 Zweizellenstadium
- 11 Maulbeerkeim - Morula
- 12 Keimblase - Blastocyste
- 13 Einnistung des Keimes in die Gebärmutterschleimhaut-Implantation

**Abb. C** Keim nach Abschluß der Implantation

**Abb. D** Entstehung der Eihäute und des Nabelstranges

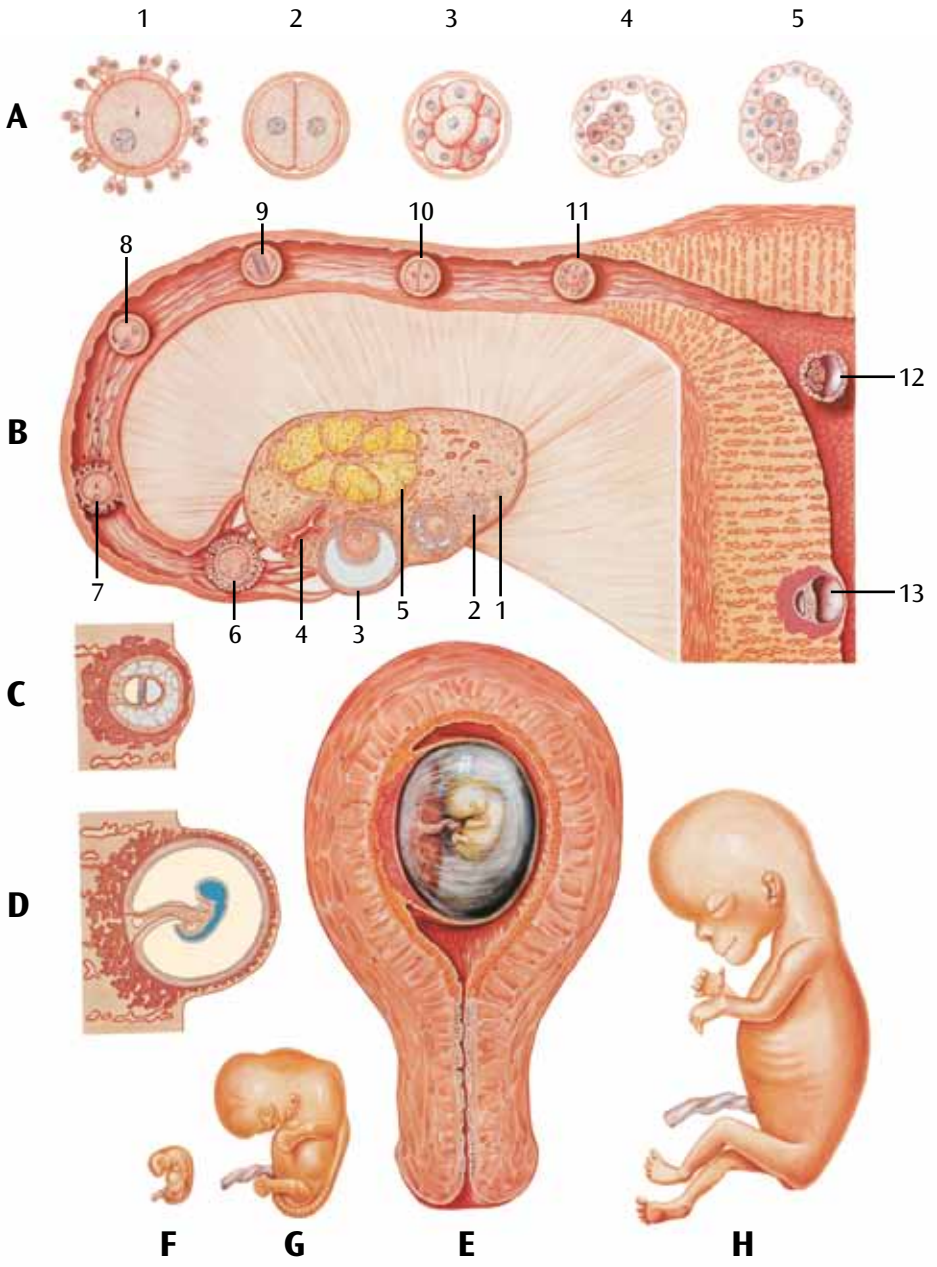
**Abb. E** Schwangere Gebärmutter am Ende des zweiten Monats

**Abb. F** Embryo von 5 mm Länge - Ende der 4. Entwicklungswoche

**Abb. G** Embryo von 15,5 mm Länge - 6. Entwicklungswoche

**Abb. H** Fetus von 47 mm Scheitel-Steiß-Länge - 3. Schwangerschaftsmonat

(Alle Abb. sind schematisch dargestellt.)



# 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 2003 / 2013 / 2014 for instruction manual and design  
of product: 3B Scientific GmbH, Germany