

Subtitle Format Japanese

Chapter 1 Introduction

1 個の細胞であるヒト接合子が 100 兆個の細胞を持つ大人となる このダイナミックな過程は多くの自然現象の中でも 最も驚くべきものといえましょう

ヒトの大人が使う 通常の機能の多くが 妊娠中に出来上がっており その多くは出生のずっと以前に確立されていることが 研究者により解明されています

出生前の発育期は 発育中のヒトが 出生後に必要となる 多くの機能を取得し 技能をみがいていく その準備期間として 徐々に理解されています

Chapter 2 Terminology

ヒトの妊娠期間は 受精または受胎から出生まで 通常約38 週です

受精後最初の8 週においては 発育中のヒトは 胎芽と呼ばれます これは「中で育つ」という意味です この時期は胎生期と呼ばれ 殆どの器官が 形成されるのが特徴です

8 週の終わりから 妊娠終了までの間 「発育中のヒトは 胎児と呼ばれます」 「おなかの中のこども」という意味です この時期は胎児期と呼ばれ 身体が成長し 各器官も 機能し始めます

当プログラムにおける 胎生および胎児年齢は 受精時を基点としています

The Embryonic Period (The First 8 Weeks)

Embryonic Development: The First 4 Weeks

Chapter 3 Fertilization

生物学上では 「ヒトの発育は受精を もって始まります」 男性と女性の 生殖細胞の結合により 各々が持つ23 組の染色体が 組み合わされるのです

一般に 女性の生殖細胞は 「卵子」と呼ばれますが 正しい用語は 「卵母細胞」です

同様に 男性の生殖細胞は 通常「スperm」(精子) として知られていますが 「スpermatozon」(精子) という呼び方のほうが好ましいでしょう

排卵と呼ばれる過程において 女性の卵巣より卵母細胞が放出され 卵母細胞と精子が 卵管の一つの中で結びつきます 卵管はファロピーオ管 という名でも知られています

卵管は女性の卵巣を 子宮につなぐ器官です

その結果としてできた1個の細胞である胎芽は「つながれた」という意味の接合子と呼ばれます

Chapter 4 DNA, Cell Division, and Early Pregnancy Factor (EPF)

DNA

この接合子の46組の染色体が新しく生まれる個体の完全なる遺伝子の唯一無比の青写真の始まりです このマスタープランにはDNAと呼ばれる分子がらせん状にびっしりとからまっているのです DNAには身体全体の発達に対する綿密な指示が組み込まれています

DNA分子は一見らせん階段のようですがこれは2重らせん構造として知られています 2重らせん構造の各々の鎖は塩基という分子の対により構成されています 塩基にはグアニン シトシン アデニン チミンの4種類あります

グアニンはシトシンとのみ結合し アデニンはチミンとのみ対になります ヒトの細胞ひとつひとつに およそ30億にも及ぶこれらの塩基対が含まれています

1個の細胞のDNAは膨大な情報を含んでおり 仮にそれを印刷した形で表そうとした場合には各塩基の最初の文字を書き出すだけでも150万ページという膨大な数になってしまいます

1個のヒト細胞のDNAを端から端まで広げてみた場合 その長さは3-1/3フィート およそ1メートルとなります

大人の100兆にもおよぶ細胞の全DNAのらせんを解いて伸ばしてみた場合 630億マイル以上という長さになります この距離は地球と太陽間の340往復に値します

Cell Division

受精後24～30時間たって接合子は最初の細胞分裂を完了します 有糸分裂過程において1個の細胞が2個に2個の細胞が4個へとなっていきます

Early Pregnancy Factor (EPF)

受精が始まって早ければ24～48時間以内に母親の血清中にある「早期妊娠要因」というホルモンによって妊娠を確認することができます

Chapter 5 Early Stages (Morula and Blastocyst) and Stem Cells

受精後3～4日までには胎芽の分割された細胞は球状を呈し これは桑実胎芽と呼ばれます

4～5日までには分割球内で腔を形成し胎芽盤胞と呼ばれる状態に変化します

胎芽盤胞内の細胞は内細胞塊と呼ばれ 頭や身体 発育中のヒトに不可欠な組織等に分化します

内細胞塊の細胞は 胎芽性幹細胞 (ES細胞) と呼ばれます このES細胞が ヒトの身体の有する 200 種以上の細胞に分化する 能力を備えているのです

Chapter 6 1 to 1½ Weeks: Implantation and Human Chorionic Gonadotropin (hCG)

卵管内から下降した 初期の胎芽は 母親の子宮内膜に接着します この着床と呼ばれる過程は 受精後 約6 日目に開始し 10 ~ 12日頃に完了します

成長を続ける胎芽の細胞からは HCG (ヒト絨毛性ゴナドトロピン) というホルモンを分泌し 始めます HCG は 妊娠検査薬で 探知できる成分です

HCG は母体のホルモンに 指示を送り 通常の月経周期を停止させ 妊娠の継続を促します

Chapter 7 The Placenta and Umbilical Cord

着床後に 胎芽盤胞の周囲の細胞は 将来胎盤となる栄養膜細胞 に分化します 胎盤は 母体と胎児の循環系の インターフェイスの 役割を果たします

胎盤を通して発育中のヒトには 母体の酸素 栄養 ホルモン 薬品等が届けられ 廃棄物が除去 されます また 母体の血液が 胎芽や胎児側に移動するのを防ぎます

胎盤は ホルモンを分泌し 胎芽や胎児の体温を 母体より やや高く維持します

胎盤は 臍帯の血管を通じて 発育中のヒトと 情報を伝達しています

胎盤の生命維持装置 としての役割は 近代的な病院の集中治療室 の機器に匹敵するでしょう

Chapter 8 Nutrition and Protection

1 週までには 内細胞塊の細胞は 胎芽盤葉下層と 胎芽盤葉上層と呼ばれる 2 層に分化します

胎芽盤葉下層は 卵黄嚢を形成し 初期の胎芽に 母体の栄養を 与えることとなります

胎芽盤葉上層の細胞は 羊膜に分化します ここで 胎芽 そして後には胎児が 出生まで発育する のです

Chapter 9 2 to 4 Weeks: Germ Layers and Organ Formation

およそ2 週半までには 胎芽盤葉上層は 3 層性胎芽盤 または 胎芽葉を形成します これらは 外胎芽葉 内胎芽葉 中胎芽葉と呼ばれます

外胎芽葉は 多くの器官に分化します 脳 脊椎 神経 皮膚 爪 髪の毛などです

内胎芽葉は 呼吸器系や 消化器系に分化し 肝臓や すい臓などの 主要器官を形成します

中胎芽葉が形成するのは 心臓や腎臓 骨 軟骨 筋肉 血球 その他の組織です

3 週までには 脳 は3 つの主要部分に分かれます つまり 前頭葉 中頭葉 後頭葉です

呼吸器と消化器系の発達も 進行中です

最初の血球が 卵黄嚢に現れると 胎芽全体に 血管が形成され 管状心臓が現れます

殆ど時を同じくして 急速に発育する心臓は 個別の心室が 発達するにつれて 自然に折り込まれていきます

受精後3 週と 1 日で 心臓が 鼓動を打ち始めます

最初に機能を備える身体組織 または 関連器官のグループは 循環器系です

Chapter 10 3 to 4 Weeks: The Folding of the Embryo

3 ~ 4 週目までには 身体組織の特徴が現れ 胎芽の脳 脊椎 および心臓が 卵黄嚢とともに かなりはっきりと 分かるようになります

急速な成長により 比較的平らな胎芽が折り込まれ この過程により 卵黄嚢の一部が 消化器官の裏張りに 取り込まれ 発育中のヒトの 胸と 腹腔を形成します

Embryonic Development: 4 to 6 Weeks

Chapter 11 4 Weeks: Amniotic Fluid

4 週までには 無色の羊膜が 液体に満たされた嚢にある 胎芽を取り囲みます この無菌の液体は 羊水と呼ばれ 胎芽を損傷から守ります

Chapter 12 The Heart in Action

通常 1 分間に113 回の 心拍数があります

血液が心室に出入りすると 心臓の色が変化することに 気づきましたか

心臓は 出生前に およそ5,400 万回も脈打ち 約80 年という一生を通じて 32 億回もの心拍数があります

Chapter 13 Brain Growth

急速な脳の発達 は 前脳 中脳 後脳 の変化により分かります

Chapter 14 Limb Buds

4 週までには 肢芽 の出現とともに 上肢 と 下肢 の発育が始まります

この時点の皮膚は 細胞1個の厚みしかなく 透明色 をしています

皮膚が厚みを増すにつれて 透明感 は失われます ですから 器官 の発達を 観察 できるのも あと1ヶ月のみとなります

Chapter 15 5 Weeks: Cerebral Hemispheres

4 ~ 5 週 の間に 脳 は急速な成長を続け 5 つのはっきりと識別できる 部分に分かれます

頭は 胎芽全体の大きさの 約 1/3 を占めます

大脳半球が現れ 次第に 脳 の大半を 占めるようになります

大脳半球が制御することになる機能は 思考 学習 記憶 言語 視力 聴覚 随意運動 および問題解決などです

Chapter 16 Major Airways

呼吸器官では 左右の主気管支幹が見られ 最終的には 気管が 肺につながります

Chapter 17 Liver and Kidneys

脈打つ心臓の横にある腹部を 大きな塊の肝臓が占めている ことに注意してください

永久腎臓は5 週までに現れます

Chapter 18 Yolk Sac and Germ Cells

卵黄嚢は 胎芽細胞と呼ばれる 初期の生殖細胞を含んでいます 5 週までに これらの胎芽細胞は 腎臓の横にある 生殖器官に移動します

Chapter 19 Hand Plates and Cartilage

5 週までに 胎芽では 手板が発達し 軟骨の形成は5 週半 までに始まります

ここでは 5 週 6 日目に 左の手板と手首が見られます

Embryonic Development: 6 to 8 Weeks

Chapter 20 6 Weeks: Motion and Sensation

6 週までに大脳半球は 脳の他の部分と比べ 急激な発達をします

胎芽は 自発的な反射運動を始めます この運動は 正常な神経筋発達を 促すために必要です

口の周囲に触れると 胎芽は 反射的に頭をすくめます

Chapter 21 The External Ear and Blood Cell Formation

外耳が形成され始めます

6 週までに 肝臓では血球の形成が 行われています リンパ球が見られます この種類の白血球は 免疫系の発達に 重要な役割を果たします

Chapter 22 The Diaphragm and Intestines

横隔膜は 呼吸の際に使われる 主要な筋肉ですが 6 週までに 大体形成されます

今のところ 腸の一部が 一時的に臍帯へ突出しています これは正常な過程であり 生理的ヘルニアと呼ばれますが この突出により腹部器官の 発達する余裕が生まれるのです

6 週までに 手板は かすかに平になります

胎芽の脳波は 早ければ6 週 日で 記録されます

Chapter 24 Nipple Formation

乳首が体幹の側面にそって現れ まもなく最終的な場所である 胸の前面に落ち着きます

Chapter 25 Limb Development

6 週半までに 腕が 識別できるようになり 指が分かれ始め 手の動きを見ることができます
骨化と呼ばれる骨の形成は 鎖骨および 上顎と下顎の骨から 始まります

Chapter 26 7 Weeks: Hiccups and Startle Response

7 週までに しゃっくりが 観察されます
この頃には足の動作や 驚愕反応が見られます

Chapter 27 The Maturing Heart

4室の心臓は 大体完成します この頃の平均心拍数は 1 分間167 回です
7 週半に記録された 電氣的活動は 大人のものに似通った 波形を表しています

Chapter 28 Ovaries and Eyes

女の胎芽の場合 7 週までに 卵巣が識別できます
7 週半までに 眼の色素上網膜が 簡単に観察でき 瞼は 急速な成長期を迎えます

Chapter 29 Fingers and Toes

指は 離ればなれになり 足の指は 付け根のみで結合し
この頃になると 手足を合わせます
ひざの関節も見られます

The 8-Week Embryo

Chapter 30 8 Weeks: Brain Development

8 週までには 脳は かなり複雑になり 胎芽の全重量の約半分を 占めるようになります
成長は 驚くべきペースで続きます

Chapter 31 Right- and Left-Handedness

8週までには胎芽の75%が右利きの優勢を表します 残りの25%は左利きの優勢とどちらでもない場合とに均等に分かります これが右利き左利き行動の最初の証拠です

Chapter 32 Rolling Over

小児科学の本によると「寝返り」をする能力は生後10～20週に現れるとありますがこの素晴らしい協調はそれよりずっと前に羊水に満たされた囊の中という低重力環境で見られるのですただ子宮から出た後ですと高重力に対するだけの力がないので新生児は寝返りが打てないのです

胎芽はこの頃一層活動的になります

動作は緩慢だったり早かったり1回であったり繰り返されたり自発的であったり反射的であったりと様々です

頭の回転首の伸長手と顔の接触等がより頻繁に起こります

胎芽を触ると眼を細めたり顎を動かしたり何かをつかむ様な動きをしたり足指を伸ばしたりします

Chapter 33 Eyelid Fusion

7～8週の間には上瞼と下瞼が急速に発達し部分的にはまだくっついています

Chapter 34 "Breathing" Motion and Urination

子宮には空気がないのですが8週までには胎芽に間欠呼吸動作が見られます

この時期までに腎臓は尿を生成し羊水に放出します

男の胎芽では発達中の睾丸がテストステロンを生成および分泌し始めます

Chapter 35 The Limbs and Skin

四肢の骨関節筋肉神経および血管は大人の組織と非常に似通っています

8週までに外側の皮膚にあたる外皮は数層の厚みをもった膜となり透明感を殆ど失います

口の周囲に毛が現れると眉も発達します

Chapter 36 Summary of the First 8 Weeks

8週で胎生期は終了します

この間にヒトの胎芽は1個の細胞からおよそ10億個の細胞に成長し、4,000の個別の特徴を有する解剖学的構造を形成します

胎芽はこの時点で大人に見られる構造の90%以上を備えています

The Fetal Period (8 Weeks through Birth)

Chapter 37 9 Weeks: Swallows, Sighs, and Stretches

胎児期は出生まで続きます

9週までには指しゃぶりが始まり胎児は羊水を嚥下できます

胎児は物をつかんだり頭を前後に動かし顎を開いたり閉じたり舌を動かしたため息をついたり伸びをすることができます

顔や手のひら足裏にある神経受容体は軽い接触を感じるすることができます

「足裏への軽い接触に反応して」胎児は股間部節と膝を曲げまた足指を丸めたりもします

この頃には瞼はかたく閉じられています

声帯発達の始まりの兆候として喉頭に声帯靭帯が現れます

女の胎児では子宮が識別できるようになり卵原細胞と呼ばれる未成熟の生殖細胞が卵巣内で複製されています

外性器においては男女の区別ができるようになります

Chapter 38 10 Weeks: Rolls Eyes and Yawns, Fingernails & Fingerprints

9～10週にかけての急激な成長により体重が75%増加します

10週までには上瞼を刺激することにより眼球を下方に向けます

胎児は頻繁にあくびをし口を開けたり閉じたりします

殆どの胎児は右指をしゃぶっています

臍帯内の腸の部分は腹腔内に戻ります

骨の殆どの部分において 骨化が進んでいます

手足の爪が発達します

受精後10週で 唯一無比の指紋が現れます 指紋は 人の一生を通じて 認証のため使われます

Chapter 39 11 Weeks: Absorbs Glucose and Water

11週までには 鼻と唇が 完全に出来上がります その他の身体部分に関しては ヒトのライフサイクルの 各段階によって その外観が変わってきます

腸は 胎児の飲み込んだ グルコースと水を 吸収し始めます

受精時において 性別は決定されていますが 外性器の男女の区別が 出来るようになるのは この頃です

Chapter 40 3 to 4 Months (12 to 16 Weeks): Taste Buds, Jaw Motion, Rooting Reflex, Quickening

11～12週にかけて 胎児の体重は およそ60% 増加します

12週をもって 妊娠初期が終わります

はっきりとわかる味覚芽が 口内を覆います 出生時までには 味覚芽は 舌と口蓋の 後部に残るのみとなります

早ければ 12週に便通が始まり 6週間ほど続きます

胎児および新生児の結腸 からの最初の排出物は 胎便と呼ばれます 胎便は 消化酵素と タンパク質および 消化器官からの死細胞で 出来ています

12週までに 上肢は 身体の大きさに最終的に 釣り合った長さになります 下肢が最終的に 釣り合った長さになるには もう少し時間がかかります

背中と頭上を除き 胎児全体の身体は 軽い接触に反応します

ここで初めて 性差による発達の違いが現れます たとえば 女の胎児の顎の動作は 男の胎児より頻繁です

初期の体をすくめる 反応とは対照的に この時点における口の周囲の刺激は 刺激を受けた方向に顔を向け 口を開けるという動作を促します 「ルーティング反射」と呼ばれるこの反応は 出生後も継続し 授乳の際 新生児が母親の乳首を見つけるのに役立ちます

脂肪沈着が頬を覆うにつれて顔立ちがしっかりとしてきます 歯の発達も始まります

15 週までには血液を形成する幹細胞が達して骨髄内で増殖します 殆どの血球形成はここで行われます

動きは6週間の胎芽で既に始まっているのですが 妊婦が胎動を初めて感じるのは14～18週にかけてです 従来から胎動感と呼ばれています

Chapter 41 4 to 5 Months (16 to 20 Weeks): Stress Response, Vernix Caseosa, Circadian Rhythms

16 週までには胎児の腹腔に針を差し込む処置を行うことによりホルモンのストレス反応を誘発しノルアドレナリンやノルエピネフリンを血中に放出するようになります

呼吸器官ではこの頃に器官支樹の形成が完了します

胎脂と呼ばれる白い保護物質が胎児を覆います 胎脂は羊水の刺激から皮膚を保護します

19 週以降の胎児の動きでは呼吸活動が始まり心拍は日周性の概日リズムに支配されます

Chapter 42 5 to 6 Months (20 to 24 Weeks): Responds to Sound; Hair and Skin; Age of Viability

20 週までには聴覚器官であるうずまき官が大人の大きさに達します 内耳もその頃には完全に発達しています この頃からは胎児は幅広い音に対して反応するようになります

頭皮には毛が生えはじめ

毛嚢や皮脂腺などの皮膚の層や構造が形成されています

受精後21～22 週までには肺は空気を取り込む能力をある程度備えています これにより子宮の外での生存が胎児によっては可能となるのでこの時点を生育可能な年齢とみなします

Chapter 43 6 to 7 Months (24 to 28 Weeks): Blink-Startle; Pupils Respond to Light; Smell and Taste

24 週までには瞼が再び開き瞬き-驚愕反応が胎児に現れます 突然の大きな音に対する反応は通常女の胎児に早く見られます

大きな音は胎児の健康に悪影響を及ぼすと調査によっては報告しています 直接の結果として長期にわたる心拍数の増加 過度の胎児の嚔下 突発的な行動の変化 長期の影響では聴覚の喪失などが挙げられます

胎児の呼吸速度は 1 分間に44 回の吸入-呼気 となります

妊娠後期において 胎児の消費するエネルギーの 50% が 脳の発達に費やされます 脳の重量は 400 ~ 500% 増加し

26 週までには 眼から 涙が生成されます

瞳孔は 早ければ27 週に 光に対して反応します 網膜に到達する光の調節を 生涯行うわけです

嗅覚に必要な 全要素も機能しています 未熟児における研究を通じて 受精後26 週には においを察知できることが分かっています

羊水に甘い物質を投与すると 胎児の嚥下回数が増え 逆に 苦い物質があると 嚥下回数が低下します 表情の変化も しばしば見られます

歩行に似通った ステップを踏む動作で 胎児は 180度の転換を行います

皮膚の下で体脂が増えるにつれ 胎児の体の皺も 少なくなります 脂肪は 体温維持と 出生後のエネルギー貯蔵に 重要な役割を果たします

Chapter 44 7 to 8 Months (28 to 32 Weeks): Sound Discrimination, Behavioral States

28 週までに 胎児は 高調音と低調音を 区別できるようになります

30 週までには 呼吸が ごく通常の活動となり 平均の胎児において 30 ~ 40% の割合で起こります

妊娠の最後の4 ヶ月において 胎児には 休みを間に入れた 協調した活動が見られます これらの行動の状況は いよいよ複雑さを増す 中枢神経の働きを 反映しています

Chapter 45 8 to 9 Months (32 to 36 Weeks): Alveoli Formation, Firm Grasp, Taste Preferences

32 週頃までには 空気の「ポケット」細胞である 肺胞が 肺で発達し始めます 出生後 8 歳まで その形成は続きます

35 週になると 胎児は 確かな把握反射ができます

胎児が様々な物質に さらされることにより 出生後の味覚の好き嫌いに 影響を与えるようです たとえば 胎児の母親が リコリスキャンディを味付けする アニスを食べたとすると 生まれてきた子供は アニスが好きになり アニスにさらされていない 新生児は嫌悪を示します

Chapter 46 9 Months to Birth (36 Weeks through Birth)

エストロゲンと呼ばれる ホルモンを大量に放出し 胎児は 陣痛を誘発し 胎児から新生児への移行が始まります

強い子宮の収縮により 陣痛が起こり 出産に至るのです

受精から誕生 そしてその後 ヒトの発達は ダイナミックで 継続的であり 複雑です この驚異的な過程についての 新しい発見により 一生を通じての健康に 胎児の発育が 大きな影響を与えることが 分ってきています

初期のヒトの発達に対する 理解が進むにつれて 出生前と出生後における 健康の促進も また 可能となることでしょう