

INNEHÅLL

- 7 BÖRJAN**
Befruktningsmysterium och den historia som finns
nedtecknad i din kropp
- 33 HUVUDEN OCH HJÄRNOR**
Från ryggradsdjurens allra första huvudanlag till den
människliga hjärnans enastående tillväxt
- 81 SKALLAR OCH SINNEN**
Hur skallen uppstod och de organ växte fram som vi
har fått för att uppfatta världen runt oss
- 123 TAL OCH GÄLAR**
Struphuvudets vattniga ursprung
- 159 RYGGRADER OCH KROPPSSEGMENT**
Ett mönster för livet och utvecklingen av en S-formad
ryggrad
- 187 REVBEN, LUNGOR OCH HJÄRTAN**
Våra förfäders revben samt fiskars hjärta och lungor
- 215 TARMAR OCH GULESÄCKAR**
Förbindelser med äggläggande förfäder och
fruktätande människoapor

233 KÖNSKÖRTLAR, KÖNSORGAN OCH FORTPLANTNING

Fortplantningens anatomi och spädbarnets hjälplöshet

269 OM LEMMARNAS NATUR

Fenor, ben och armar samt förfäder

287 HÖFT TILL TÅ

Att lära sig gå innan man springer

323 AXLAR OCH TUMMAR

Klättrande förfäder och unika människohänder

343 HUR VI BLEV TILL

Att hitta vår kvist på livets träd

363 Tack

365 Vidare läsning

391 Register

BÖRJAN

Befruktningsmysteriet
och den historia som finns
nedtecknad i din kropp

”Ex ovo Omnia”
(Allt kommer ur ägget)
WILLIAM HARVEY (1651)

Mitt sätt att se på världen och min uppfattning om var jag hör hemma i tid och rum har förändrats fullständigt sedan jag blev mamma. Jag fick mitt första barn 2010, och i den stunden drabbades jag av en otrolig, nästan mystisk upplevelse av att vara förbunden – förbunden med mina egna förfäder och med mina efterkommande. Jag kände mig som något utöver en individ: Jag var en länk i varats kedja. För mig var det en kvinnlig upplevelse. Jag födde en dotter, precis som jag själv hade fötts av min mamma och hon av sin mamma och så vidare bakåt i tiden.

Om du som läser detta är man kan du – trots att du inte kan föda barn – se på ett likartat sätt på din Y-kromosom, som förbinder dig med männen bland dina förfäder. Jag medger att det kanske inte är lika överväldigande, men ett barns födsel ger ju i sig varje tanke en storslagen anstrykning.

Som blivande mamma i en välfärdsstat på 2000-talet hade jag den otroliga möjligheten att få se mina barn *innan* de var födda. Jag minns den himlastormande lycka jag kände när jag bara tolv veckor in i graviditeten för första gången fick se min dotter simma runt i sin egen lilla damm av fostervatten. Vid den tidpunkten visste jag inte ens att hon var en flicka. Det var underbart att se henne, men det fanns fortfarande en avgrund mellan bilden på skärmen och upplevelsen av att vara med barn.

Jag är anatom – vilket innebär att jag känner till hur människokroppen är uppbyggd och hur den utvecklas – men allt det jag visste om ett embryos utveckling minskade inte känslan av att det som ägde rum inne i mig var fullständigt mirakulöst. Befruktningen är i sig otrolig och tanken på ett befruktat mänskligt ägg, en enda cell, som omformas och utvecklas till något så komplext som en fullgånge människa är

förbluffande. När jag var på ultraljudet i tolfte veckan hade mycket av fostret redan bildats. Det hade både armar och ben, fingrar och tår, inälvor och ett bultande hjärta. Det såg redan ut som ett spädbarn i miniatyr. Hur blev det så från bara en enda cell i befruktningsögonblicket?



Det ligger så mycket *osannolikhet* i att du finns här, just nu, och läser det här. Vi har det osannolika i att dina föräldrar träffades. Det har funnits så många tidpunkter då deras liv kunde ha tagit en annan riktning och någon av dem hade träffat en annan. När de väl hade funnit varandra har vi det osannolika i att JUST DET ägget stötte ihop med JUST DEN spermien och gav upphov till dig. Men jag tror att den nagande känslan av osannolikhet sträcker sig ännu längre.

Att ett enda befruktat ägg, en enda cell, utvecklas till en hel människa är fullständigt otroligt. Det är något av ett biologiskt mirakel. Men det är ett mirakel som inte kräver tro på övernaturliga eller gudomliga ingripanden. Det är ett naturens mirakel, och under de senaste århundradena har forskarna rett ut många av hemligheterna bakom denna otroliga förvandling (fast visst finns det hemligheter kvar att avslöja). Att ett enda ägg utvecklas till en hel människa verkar vid första ögonkastet som ett så utförligt konststycke, en så *osannolik* tilldragelse att vi har behov av att föreställa oss att det ligger något slags övernaturlig vägledande hand bakom det hela, men när vi lär oss förstå detaljerna i hela förloppet kan vi se hur molekyler, celler och vävnader byggs upp till organen i våra kroppar. Det är en ursprunglig händelsekedja som förenar oss med alla andra djur här på jorden.

Om du tänker tillbaka på din egen början går det nästan inte att tro att du en gång bara var ett enda ägg, ett befruktat ägg, men ändå vet du att det är sant. Det kan verka osannolikt, men bara det faktum att du finns till bevisar att det har hänt. Du kanske också tycker att det är svårt att tro att du härstammar från förfäder och förmödrar som även de för länge sedan bara var ett enda ägg. Men när du väl har vant dig vid tanken på att du ovedersägligen en gång var ett embryo som ut-

vecklades från en enda cell kanske det blir lättare att tro på att du, att *vi* som art, också har utvecklats från en så blygsam inledning. Om du tittar på dina senare (om än fortfarande tämligen uråldriga) släktingar hittar du förfäder som var maskar. För att spåra din härkomst kan du följa din egen släktlinje i livets träd med dess täta grenverk och hitta förfäder som var fiskar, groddjur, kräldjur, tidiga däggdjur, tidiga primater, människoapor – och sedan du. (Och i förbigående sagt, du är fortfarande en människoapa, om än en mycket speciell sådan.)

Jag har skrivit den här boken inte bara för att låta dig hitta tillbaka till ditt ursprung som människa – från den punkt då ett av din mammas ägg befruktades av en av din pappas spermier – utan också för att låta dig hitta tillbaka till dina förfäder. Boken kommer att ta dig med på en rundresa i kroppen med början i huvudet och sedan hela vägen ner till tårna och ända ut i fingerspetsarna. I de första kapitlen ska vi inrikta oss på de tidigaste förfäderna, som maskar och fiskar, men vi kommer gradvis att närma oss mer närliggande skikt i släkträdet. När vi kommit så långt att vi kan börja prata om armar och ben ska vi titta på händerna och fötterna hos dina förfäder bland homininerna och dina närmaste nutida släktingar bland människoaporna.

Historien om hur människokroppen utvecklas är (hoppas jag kunna övertyga dig om) den mest fascinerande berättelse naturvetenskapen har att erbjuda. Vi har alla gjort den resan, från en enda cell till en komplex organism bestående av hundratals olika celltyper som innehåller bortåt 100 biljoner celler allt som allt. Men vi är också alla produkter av evolutionen, och vi kommer tids nog att se att vi är långt ifrån perfekta. Visst har miljontals år av evolution fått fram något som fungerar, men samtidigt är kroppen begränsad av sin historia och det sätt den är uppbyggd på. Ju mer jag fördjupar mig i människokroppens form och funktion, desto mer inser jag vilket hopkok av lösa bitar den här kroppen som vi alla lever i egentligen är. Den är mästerlig men samtidigt har den sina fel och brister. Den evolutionära historien ligger lagrad i vår embryonala utveckling och till och med i vår vuxna kropp på de mest förvånansvärda sätt. Många av kroppens ofullkomligheter kan enbart förstås i ett evolutionärt perspektiv. Samtidigt kan

man säga att våra förfäder inte bara gav oss skavanker utan också gåvor, och i oss bär vi spår av oerhört gamla förfäder som vi kan hitta i embryots form under dess utveckling, spår som ligger lagrade i vårt DNA.

Det här är en spännande tid inom evolutionsbiologin, om spännande betyder massor av nya frågor. Vi försöker fortfarande ta reda på om evolutionen sker gradvis eller om den tar skutt och språng, och exakt hur förutsägbar evolutionen är. Vi undersöker i vad mån vår kropps form och funktion har formats av natur eller uppväxt, hur mycket som styrs av det evolutionära förflutna och de genetiska program som ligger bakom dess utveckling och hur mycket som har påverkats av miljö och det naturliga urvalet.

När vi berättar historien om ”hur vi blev till” genom evolution och embryologi kommer vi att utforska vår egen anatomi och möta förfäder från vårt evolutionära förflutna likaväl som de banbrytande forskare som utgör besättningen på den här upptäcktsfärden. Men huvudpersonen i berättelsen är faktiskt DU. Det handlar om *ditt* evolutionära arv och om *din* embryonala utveckling, när du växte fram och delar av dig veks samman som origami tills du fick mänsklig form. Det är det närmaste vi människor någonsin kommer en omdaning lika genomgripande som den från larv till fjäril. Vi har alla genomgått förvandlingen från ett enda ägg till en skiva, till ett ihåligt rör, till en liten varelse med små arm- och benstumpar, till något som kan kännas igen som en människa – inom loppet av bara två månader efter befruktningen.

Det här är den *bästa* skapelseberättelsen, för den är sann. Den är också fullproppad med rätt bisarra avslöjanden. I ditt DNA finns spår av en förfader som du har delat med en bananfluga. Vid en punkt under din utveckling såg det ut som om ditt embryo skulle få gälar. Och verktygen som våra förfäder började tillverka och använda för miljontals år sedan ändrade till slut själva anatomin – och bidrog till att våra händer har blivit sådana de är idag. Den vetenskapliga skildringen har hämtats ur många olika källor och den är mer storartad, mer bisarr och vackrare än någon skapelsemyt vi skulle ha kunnat fantisera ihop.

EN KORTFATTAD IDÉHISTORIA

Ursprunget till en ny människa, eller rättare sagt till alla organismer, var till rätt nyligen ett av de stora vetenskapliga mysterierna. Under 300-talet f.Kr. skrev Aristoteles *Om djurens tillkomst*, det första vetenskapliga verket om embryologi. Här lade han fram teorin att mannens säd fick kvinnans menstruationsblod att skapa ett embryo. Även om det kan förefalla som en underlig tanke för oss idag grundar den sig egentligen på mycket troliga antaganden. Den förutsätter en förbindelse mellan sex och graviditet – och så långt är det förstås sant. Eftersom menstruationen upphör när en kvinna blir gravid kunde Aristoteles föreställningar om menstruationsblodet verka helt vettiga vid en tid långt innan någon hade tittat i ett mikroskop och sett ett mänskligt ägg.

För många forskare under de kommande århundradena var det inte nödvändigtvis något problem att de inte kände till några specifika föregångare till embryot förutom kroppsvätskorna. Många trodde till och med att det fanns djur som hade uppstått ur död materia och att till exempel flugor spontant kunde uppstå ur ruttet kött. Enligt Aristoteles utvecklingsteori, hans så kallade ”epigenes”, kunde en komplex människokropp uppstå genom att två vanliga vätskor, sädesvätska (kom ihåg att han inte kände till spermien, sädesvätskan var för honom bara en enhetlig, mjölkvit vätska) och mensblod, blandades samman. Hans teori mötte inget motstånd på två tusen år.

Den gamle greken Hippokrates, kallad ”läkekonstens fader”, hade lagt fram teorin att befruktningen krävde ett frö från både man och kvinna, men Aristoteles tanke – att den manliga sädesvätskan var den avgörande ingrediensen för ett barns tillkomst – blev mer tongivande. Men i mitten av 1600-talet blev William Harvey uppenbarligen tveksam till förklaringen, eftersom han började dissekera djur för att undersöka hur de hade kommit till. Men trots att han var övertygad om att det måste finnas ett kvinnligt ”ägg” och till och med ansåg att det hade sitt ursprung i äggstockarna hittade han det inte.

Numera vet vi alla hur befruktningen går till och den verkar fullständigt självklar. Men historien om upptäckten av hur mänskligt liv