



## Zbudujmy sobie człowieka – krótka historia rozwoju zarodkowego

Jan Domański

Wydział Lekarski, Warszawski Uniwersytet Medyczny

Rozwój zarodkowy zwierząt jest tematem bardzo interesującym, ale zarazem skomplikowanym – jednym słowem idealne zagadnienie na trudne zadanie maturalne. Większość osób tylko widząc słowo „gastrulacja” lub „listki zarodkowe” dostaje zawrotów głowy, a powstały przy tym stres towarzyszy im aż do końca egzaminu, co nie zawsze ma dobry wpływ na jego wyniki. Dlatego dzisiaj postaram się temu zapobiec, opowiadając Wam co nieco o embriologii.

Naszym celem będzie uzyskanie całego, wielokomórkowego organizmu z pojedynczej, zapłodnionej komórki, więc żeby to osiągnąć postaramy się zbudować jego uproszony model. Załóżmy więc że dorosły człowiek to taka rura o grubych ścianach, z jednej strony zakończona jamą ustną, a z drugiej... sami wiecie czym. Zwróćmy uwagę, że taka rura ma puste w środku światło (czyli w przybliżeniu odpowiednik wnętrza naszego przewodu pokarmowego), powierzchnię zewnętrzną (odpowiednik naszego naskórka) oraz powierzchnię wewnętrzną wyściełającą światło (odpowiednik ścian przewodu pokarmowego). Pomiędzy obiema powierzchniami znajduje się jeszcze gruba warstwa materiału, z którego rura jest zbudowana, czyli wszystko to, co wypełnia nasze ciało pomiędzy naskórkiem a wnętrzem jelita. Budując ten prosty model, już możemy wprowadzić pojęcie listka zarodkowego, czyli grupy komórek mającej wspólne pochodzenie embriologiczne. Jak możemy się domyślić, u człowieka odróżnimy **3 listki zarodkowe**: ten wewnętrzny, ten zewnętrzny i ten środkowy, ich nazwy poznamy wkrótce.

Cały rozwój zarodkowy zaczyna się od pojedynczej zapłodnionej komórki jajowej zwanej zygota. **Zygota** zaczyna się dzielić mitotycznie, dzięki czemu powstaje wiele identycznych genetycznie komórek, czyli powoli zaczynamy przybliżać się do wielokomórkowego organizmu. Obserwując dzielącą się zygota pod mikroskopem, zobaczymy na jej powierzchni liczne bruzdy i z powodu tego charakterystycznego wyglądu proces ten został nazwany **bruzdkowaniem**. Żeby utrudnić wszystkim życie, taki kilku komórkowy zarodek zyskał nową nazwę – przez podobieństwo do owocu morwy nazywa się go teraz nie zygota, a **moruła**. Pewnie pamiętacie, że wyróżniamy różne rodzaje bruzdkowania, my skupimy się na określeniu „**bruzdkowanie niezdeterminowane**”. Każdy na pewno słyszał o bliźniętach jednojajowych, czyli o sytuacji, kiedy z jednej ciąży rodzi się dwoje dzieci będących swoich klonami (są identyczne pod względem genetycznym, mają np. tę samą płeć).

Jak do tego dochodzi? Otóż, jeżeli na etapie moruli dojdzie do rozdzielania się komórek na dwie osobne grupy, to w konsekwencji powstanie dwójka (a nawet więcej, przy większym rozdziale!) dzieci, z których każde będzie genetycznie identyczne. Oznacza to, że na tak wczesnym etapie rozwoju człowieka dana komórka nie jest jeszcze zdecydowana, czy da początek tkance nerwowej, a może mięśniowej. Każda z nich ma jeszcze duży potencjał rozwojowy i może stworzyć osobny, kompletny organizm. Dlatego mówimy o bruzdkowaniu niezdeterminowanym, bruzdkująca komórka jeszcze nie wie, kim będzie, jak dorośnie. W przeciwieństwie do tego, u niektórych zwierząt (np. wielu pierwoustych) bruzdkowanie jest zdeterminowane i takie wczesne rozdzielanie komórek moruli doprowadziłoby do powstania niekompletnych organizmów (np. jednego bez układu nerwowego, a drugiego bez komórek pokrywających ciało). Proces bruzdkowania kończy się powstaniem wielokomórkowej struktury z jamą w środku. Struktura ta zwana jest **blastulą**.

Blastula zbudowana jest tylko z jednej warstwy komórek otaczających przestrzeń wypełnioną płynem. Przestrzeń ta zwana jest pierwotną jamą ciała, czyli **blastocelem** (zanika on w dalszych etapach rozwoju zarodkowego). Jednak jedna warstwa komórek to za mało. Do zbudowania człowieka potrzebujemy co najmniej trzech warstw – zewnętrznej, wewnętrznej i tej ostatniej środkowej. Proces wytworzenia tych trzech warstw komórek z jednej obejmujemy nazwą **gastrulacji**. Polega ona na migracji jednych grup komórek pod inne, przez co z jednowarstwowej blastuli tworzy się na początku dwu-, a potem trój- warstwowa **gastrula**. Te warstwy komórek zwane są właśnie wspomnianymi wcześniej listkami zarodkowymi, listek zewnętrzny to **ektoderma**, wewnętrzny to **endoderma**, a listek środkowy, wciskający się pomiędzy dwa poprzednie, to **mezoderma**. Sposób gastrulacji, a szczególnie wytwarzania mezodermy różni się u różnych grup zwierząt, natomiast ważne jest, jakie układy i tkanki powstaną z którego listka zarodkowego. Wróćmy do naszej analogii z rurą. Wewnętrzna wyściółka rury odpowiada endodermie, łatwo można więc zapamiętać, że nabłonki przewodu pokarmowego i powiązane z nimi gruczoły (trzustka, wątroba), a także nabłonki przewodów oddechowych pochodzą właśnie z endodermy. Z ektodermą jest podobnie, skoro pokrywa ona rurę z zewnątrz to znaczy, że nasz naskórek jest pochodną tego listka. Tutaj jeszcze bardzo ważna uwaga – tkanka nerwowa i układ nerwowy, musi być w stałej łączności z środowiskiem zewnętrznym (zewnętrzną powierzchnią rury), dlatego też ma pochodzenie ektodermalne! Pochodne listka środkowego to wszystko pozostałe – tkanka mięśniowa, tkanka łączna właściwa, tkanka kostna i chrzęstna, krew, układ krwionośny, elementy układu wydalniczego i płciowego, skóra właściwa i wiele innych. Warto wiedzieć, że proces wytwarzania układu nerwowego zwie się **neurulacją**, a poszczególnych narządów i ich układów nosi nazwę **organogenezy**.

Ostatnim zagadnieniem, jakie musimy poruszyć, jest problem wszystkim znanej celomy. Czym jest **celoma**? Najprościej powiedzieć, że celoma to wtórna jama ciała powstająca w mezodermie. Podkreślam mezodermie, ponieważ to bardzo ważne! Pamiętajmy, że nie wszystkie zwierzęta w ogóle mają mezodermę (zastanów się, jakie), a dodatkowo nie każde z mezodermą mają celomę (z poznawanych przez nas grup pojawia się ona dopiero u pierścienic, a np. płazińce, które mają mezodermę, celomy

nie posiadają). Sposób powstawania celomy może się różnić u różnych organizmów i ma związek ze sposobem powstawania mezodermy. U człowieka celoma istnieje, a jej pozostałościami są jamy osierdza, opłucnej i otrzewnej.

Podsumowując: udało nam się stworzyć dorosłego człowieka, takiego 3-warstwowego, z jamami w środku. Na zakończenie podsumujmy stadia, przez które przeszliśmy:

1. zygota
2. proces bruzdkowania
3. morula
4. blastula
5. proces gastrulacji i gastrula
6. procesy tworzenia jam ciała, neurulacji i organogenezy
7. pełny organizm

Mam nadzieję, że ten krótki artykuł uporządkował Waszą wiedzę na temat embriologii. Nie pozostaje mi nic innego, jak życzyć Wam powodzenia!