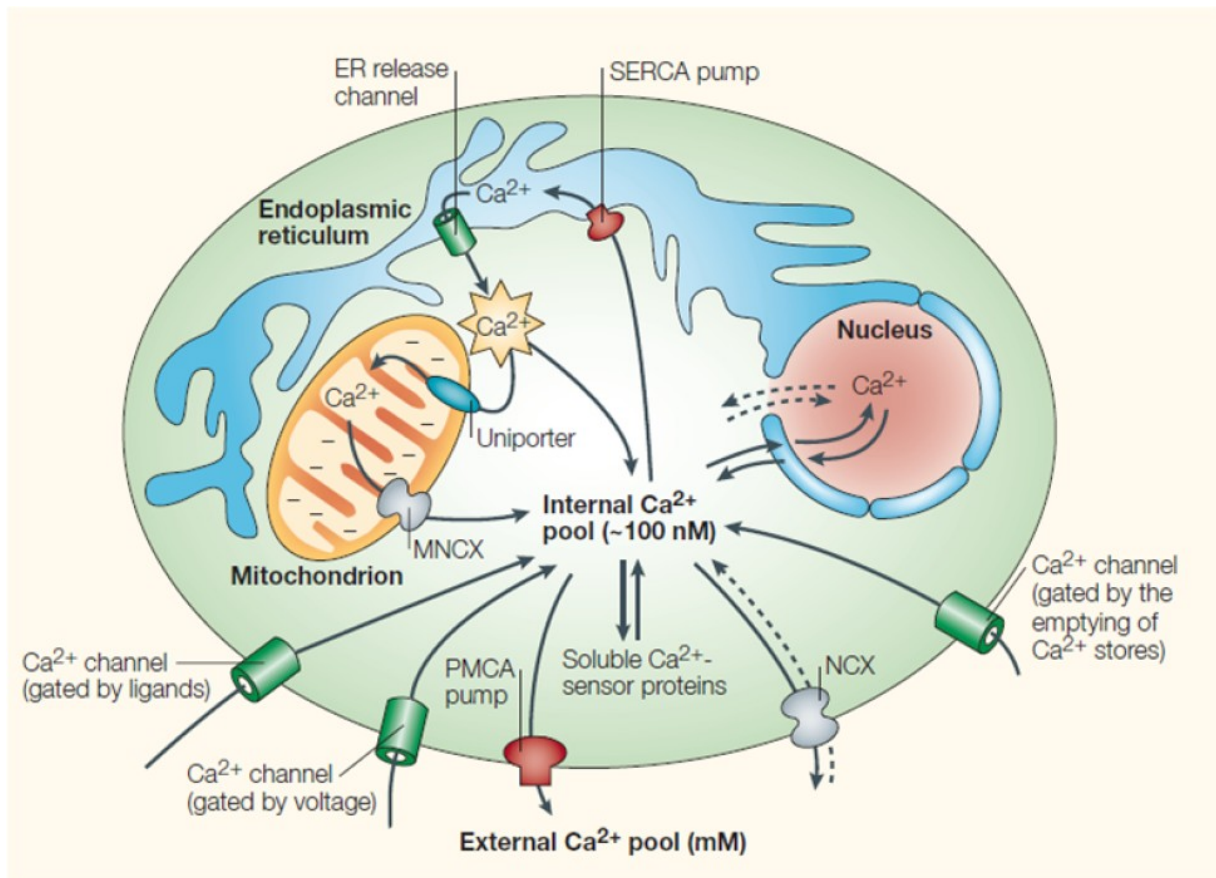


▪

**Temat 1:**

**Modelowanie zjawisk związanych z wewnątrzkomórkową gospodarką wapniową**

Dynamika wapnia (najważniejszego spośród tzw. wtórnych przekaźników komórkowych) jest istotnym elementem procesów odpowiedzialnych za przesyłanie bodźców zewnętrznych (dochodzących np. do receptorów membranowych) do wnętrza komórki jak też sygnalizacji wewnątrzkomórkowej. Jony wapnia mogą zmieniać konformację przestrzenną większości białek cytozolicznych inicjując w ten sposób odpowiednie procesy biochemiczne będące odpowiedzią komórki np. na zmianę warunków zewnętrznych. Nieprawidłowa gospodarka wapniowa może być źródłem wielu groźnych chorób, np. choroby Alzheimera.



Rys. 1. Schemat przedstawiający homeostazę wapniową w organizmie.

Sprężenia mechano-chemiczne odgrywają bardzo ważną rolę w funkcjonowaniu organizmu zarówno na poziomie komórkowym jak i tkankowym. Podwyższone koncentracje odpowiednich substancji chemicznych mogą powodować np. przebudowę struktury cytoszkieletu komórki. Zmiany koncentracji wapnia są głównym czynnikiem stymulującym skurcze mięśni prążkowanych, gładkich czy

też mięśnia sercowego. Sprężenia mechano-chemiczne odgrywają również pierwszorzędne znaczenie w procesach morfogenogenezy nowo powstającego organizmu.

Analiza matematycznych modeli powyższych zjawisk (które opisywane są najczęściej przez układy równań typu reakcji-dyfuzji) jest bardzo pomocna w zrozumieniu tych procesów. Często możemy się przy tym ograniczyć do zaniedbania struktury przestrzennej komórki i skoncentrować się na wielkościach uśrednionych. Takie podejście jest np. usprawiedliwione w analizie oscylacji całkowitej zawartości wapnia w poszczególnych kompartmentach komórki. Pełniejszej informacji dostarczają modele przestrzenne uwzględniające rozmieszczenie poszczególnych organelli wewnątrz komórki lub/albo dyfuzje jonów wapnia, cząsteczek buforujących, czy też trójfosforanu inozytolu IP<sub>3</sub>. Uwzględnienie procesów dyfuzyjnych ma pierwszorzędne znaczenie przy modelowaniu fal biegnących koncentracji wapnia np. w długich komórkach mięśniowych.

Literatura:

1. B. Kaźmierczak, Z. Peradzyński, On mechano-chemical Calcium waves, *Archive of Applied Mechanics*, 74 (2005), 827-833
2. B. Kaźmierczak, Z. Peradzyński, CALCIUM WAVES WITH FAST BUFFERS AND MECHANICAL EFFECTS, *Journal of Mathematical Biology*, doi 10.1007/s00285-009-0323-2

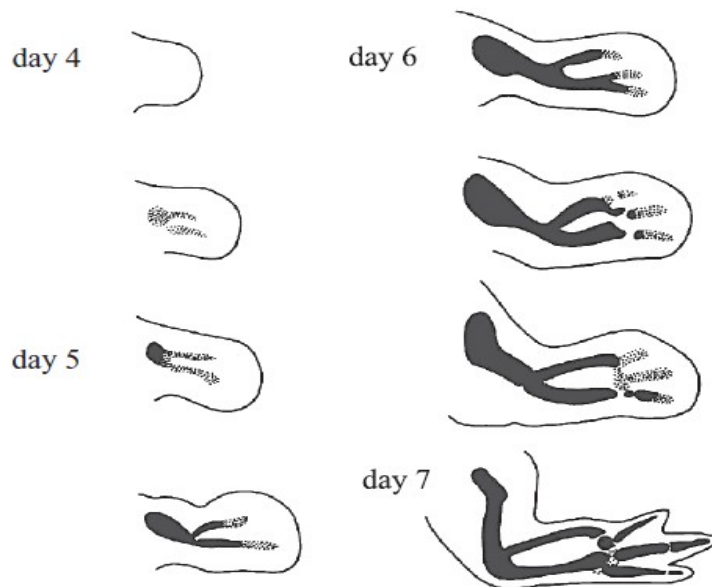
□

**Teamt 2:**

***Matematyczna i numeryczna analiza wzorców przestrzennych pojawiających się w procesach morfogenezy.***

Morfogeneza to całokształt procesów, których celem jest uformowanie dojrzałego organizmu z zarodka. Proces ten zapoczątkowany jest wykształceniem się trzech odrębnych listków zarodkowych, z których następnie powstają konkretne narządy. Z biologicznego jak też i fizycznego punktu widzenia jest niezwykle interesujące, jak z jednorodnej masy niezróżnicowanych komórek, z których zbudowany jest początkowo zarodek, może rozwinąć się samoistnie organizm zdolny do wykonywania skomplikowanych czynności życiowych. Stosunkowo prostym przykładem struktur przestrzennych, jakie pojawiają się w trakcie morfogenezy, są wzorce kostne powstające w czasie formowania się kończyn kręgowców. Tak więc najpierw pojawia się struktura przestrzenna odpowiadająca jednej, potem dwóm a następnie większej ilości kości. Zjawisko to próbuje się opisać za pomocą układu równań typu reakcji dyfuzji na ewolucję koncentracji tzw. morfogenów (aktywatora i inhibitora) oraz gęstości komórek mezenchymy w swoich różnych fazach zróżnicowania, z których ostatnią fazą są tzw. komórki chrzęstne. Z

matematycznego punktu widzenia, pojawianie się struktur przestrzennych może być, przy pewnych założeniach co do współczynników układu, efektem bifurkacji Turinga.



*Kształtowanie się kości skrzydła ptaka pomiędzy 4 a 7 dniem rozwoju embrionalnego.*

#### Literatura:

1. M. Alber, R. Chaturvedi, C. Huang, T. Schneider, J. Izaguirre, T. Glimm, G. Hentschel, J. Glazier, B. Kazmierczak, S. Newman, On Multiscale Approaches to 3-Dimensional Modeling of Morphogenesis, *J. R. Soc. Interface* 2(2005) , 237—253.
2. Newman SA, Christley S, Glimm T, Hentschel HG, Kazmierczak B, Zhang YT, Zhu J, Alber M., Multiscale models for vertebrate limb development , *Curr. Top. Dev. Biol.*, 81(2007), 311-340