

Dwie podstawowe właściwości charakteryzują każdą zdrową komórkę: jej zdolność do utrzymywania różnego stężenia jonów po dwóch stronach błony komórkowej oraz jej zdolność do generowania różnicy potencjału elektrycznego pomiędzy cytoplazmą (wnętrzem komórki) a środowiskiem zewnątrzkomórkowym. Wewnątrz komórki stężenie jonów potasu ( $K^+$ ) jest znacznie wyższe niż jonów sodu ( $Na^+$ ), podczas gdy w płynie zewnątrzkomórkowym sytuacja jest odwrotna. Uważa się, że ta różnica stężeń utrzymywana jest dzięki wymagającej nakładu energii działalności pomp jonowych umiejscowionych w błonie komórkowej. Inna związana z tym zjawiskiem teoria to istnienie kanałów jonowych, które umożliwiają przepływ jonów podyktowany różnicą stężeń. Ponieważ  $K^+$  wypływa na zewnątrz komórki w szybszym tempie niż jony  $Na^+$  przenikają do jej wnętrza, pomiędzy obiema stronami błony komórkowej tworzy się różnica potencjałów elektrycznych (napięcie). Skutkuje to ujemnym potencjałem komórki w stosunku do jej otoczenia. Wielkość tego potencjału, nazwanego potencjałem spoczynkowym, definiuje stan fizjologiczny i funkcje komórki.

Różna wartość potencjału spoczynkowego jest charakterystyczna dla różnych rodzajów komórek. I tak, plastyczne (podlegające zmianom i szybkim podziałom) komórki zarodka lub komórki macierzyste, a także komórki rakowe mają mniej ujemną wartość potencjału niż komórki ostatecznie zróżnicowane. Tak więc, jeśli możemy zmieniać potencjał komórkowy, możemy potencjalnie kontrolować zachowanie samej komórki. Bardzo intrygująca jest możliwość znalezienia pewnego specyficznego obszaru, zdefiniowanego przez parametry fizykochemiczne (jak pH,  $CO_2$ , podczerwień lub elektrolity), dla każdego rodzaju komórek. Dostosowanie parametrów, pozwoliłoby wówczas na ewentualne przesunięcie komórki z jednego stanu do innego. Rzeczywiście pokazano już, że poprzez zmianę potencjału błonowego można odwracalnie blokować podział komórkowy. Pamiętając, że np. komórki rakowe mają charakterystyczny potencjał spoczynkowy, który determinuje ich zdolność do namnażania, zmiana tego potencjału w sposób kontrolowany mogłaby powstrzymać ich rozprzestrzenianie się. Na podobnej zasadzie, kontrola potencjału spoczynkowego, mogłaby decydować o zdolnościach regeneracyjnych różnych organów i tkanek, poprzez stymulację podziału i różnicowania określonych komórek. Jak już sugerowano w innych badaniach, kontrola potencjału błonowego może się stać bardzo przydatnym narzędziem w medycynie.

Nasze badania skupią się w szczególności na znaczeniu żelowego charakteru składników komórki w definiowaniu jej właściwości elektrycznych. Pompy i kanały jonowe, obecnie uważane za wyłącznie odpowiedzialne za generowanie potencjału błonowego, to swoiste maszyny biologiczne wymagające nakładu energii dla swojego funkcjonowania. W istocie od samego początku były w świecie naukowym głosy kwestionujące, czy energia wytwarzana przez komórkę byłaby wystarczająca do podtrzymania ich funkcji. I istnieją doświadczenia pokazujące, że właściwości elektryczne komórki są zachowane nawet w przypadku, kiedy utracona jest ciągłość błony komórkowej. Wynika to z faktu, że komórka nie może być traktowana jak otoczony błoną zbiornik z roztworem wodnym, którego składniki wyciekłyby i wymieszały się z otoczeniem, gdyby błona została naruszona. W rzeczywistości komórka ma charakter żelu i zachowuje swą integralność nawet kiedy błona komórkowa ulega uszkodzeniu. Żele natomiast mają wiele dobrze zbadanych właściwości, z których pewne przypominają charakterystyczne cechy żywych komórek. I tak na przykład wiele żeli wytwarza ujemny potencjał elektryczny. W kontekście komórki, pokazano już, że jej składniki o charakterze żelu mogą generować napięcie elektryczne bez udziału pomp i kanałów obecnych jedynie w błonie komórkowej.

Przywykliśmy myśleć o właściwościach komórki jedynie z perspektywy procesów biologicznych. Niemniej jednak istnieje również chemia i fizyka różnych stanów materii, np. żeli, która ma zastosowania także do świata biologicznego i na poziomie komórkowym. Podczas gdy pompy i kanały jonowe, zdecydowania odgrywają swoją rolę w modulowaniu potencjału elektrycznego, wydaje się prawdopodobne, że komórka nie musi zużywać energii na podtrzymanie potencjału na jego spoczynkowym poziomie. Swoisty żelowy charakter materii komórkowej może być wystarczający, żeby utrzymywać tę fundamentalną właściwość komórki. Wychodząc z tego założenia, chcielibyśmy stworzyć oparty na żelu model generowania potencjału komórkowego, niezależny od specyficznych procesów biologicznych. Model ten może zostać wykorzystany do badania wpływu wybranych czynników -  $CO_2$ , podczerwień (ciepło metaboliczne) czy oddziaływanie mechaniczne - na potencjał elektryczny i zweryfikowany w systemach zawierających żywe komórki (glony oraz zarodki zwierzęce). Może to być bardzo pomocne narzędzie dla nowych zastosowań medycznych opartych na bioelektrycznej, raczej niż biochemicznej, komunikacji. W naszej pracy skupimy się na znaczeniu potencjału w embriogenezie, pierwszym i fundamentalnym etapie rozwoju organizmu, zależnym również od sygnałów bioelektrycznych.