

RegMatEx

Regolazione del potenziale di membrana, modulazione del sistema neurovegetativo, sistema nervoso simpatico ed asse HPA

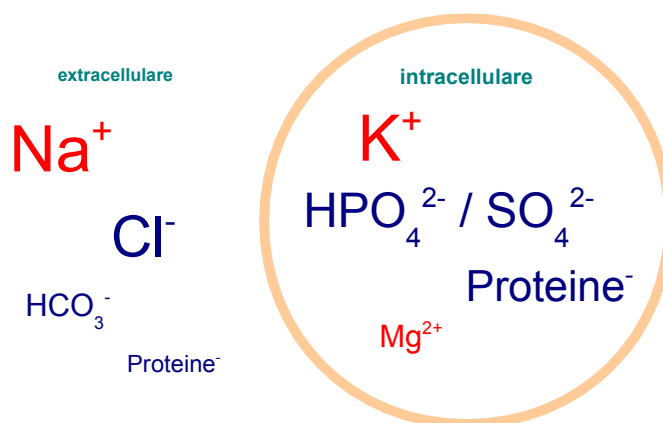
Potenziale di membrana

Apparecchiature come BIA-ACC (Analisi Clinica della Composizione corporea) e TomEEx (Ricerca dei processi infiammatori cronici) basano le loro funzionalità sull'analisi delle **proprietà elettriche dei tessuti**. In particolare, in base alla modalità di misurazione, è possibile valutare il comportamento elettrico degli ambienti extracellulare ed intracellulare. La **controparte biochimica del comportamento elettrico dei tessuti è rappresentata dalla concentrazione di specifici elettroliti corporei**; conoscendo le caratteristiche elettrochimiche di tali elettroliti è possibile pertanto stimarne la concentrazione, posto che si disponga di una precisa valutazione elettrica dei tessuti in esame.

Principali cationi corporei (meq/L)			Principali anioni corporei (meq/L)		
	extra	intra		extra	intra
Na ⁺	141	10	Cl ⁻	103	4
K ⁺	4	140	HCO ₃ ⁻	24	10
Ca ²⁺	5	10 ⁻⁴	Proteine ⁻	16	36
Mg ²⁺	2	3	HPO ₄ ²⁻ / SO ₄ ²⁻	10	130
H ⁺	4x10 ⁻⁵	4x10 ⁻⁵			
Tot	153	180	Tot	153	180

principali elettroliti corporei

La concentrazione degli elettroliti all'interno dei tessuti non è uniforme: presenta infatti notevoli differenze per quanto riguarda gli ambienti intracellulare ed extracellulare. Queste differenze sono prodotte sia attivamente dalla cellula stessa (ad esempio attraverso lo scambio sodio-potassio), sia per diffusione passiva attraverso la membrana o attraverso strutture proteiche che facilitano lo scambio di elettroliti.



schematizzazione dei principali elettroliti intracellulari ed extracellulari

In condizioni di equilibrio fisiologico, **la cellula tende ad accumulare al suo interno elementi che la portano ad una prevalenza di elettronegatività rispetto all'ambiente extracellulare**; in particolare, a ridosso della membrana cellulare questa situazione comporta la stabilizzazione di un potenziale di membrana (PMN), ossia di una differenza di potenziale tra i due lati della membrana, determinato proprio dalla differenza fra le cariche ioniche dentro e fuori dalla cellula. **Il potenziale di membrana tende, in**

condizioni di normalità, ad assestarsi attorno ai -90mV.

Nonostante lo scambio ionico sia un processo molto rapido e dinamico, la distribuzione degli ioni resta pressoché invariata nel tempo; piccole variazioni nella concentrazione di elettroliti intracellulari o extracellulari comportano una variazione non marginale del PMN. È importante osservare che lo stesso PMN entra a far parte delle forze in gioco nella movimentazione elettrolitica. Lo scambio ionico risulta quindi governato da tre tipologie di forze:

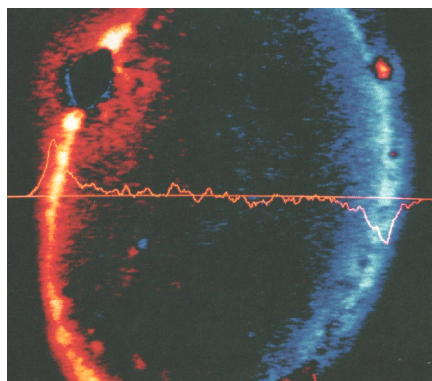
- la tendenza alla **diffusione degli elettroliti determinata dal gradiente di concentrazione** esistente tra interno ed esterno della cellula (gli ioni tendono a distribuirsi uniformemente all'interno dei fluidi in cui sono sciolti); il fenomeno della diffusione non avviene in questo caso in modo uniforme per tutti gli ioni, essendo sostanzialmente regolato dalla relativa permeabilità della membrana cellulare (la membrana è ad esempio molto meno permeabile al sodio che al potassio);
- lo **scambio attivo** (che richiede quindi dispendio energetico da parte della cellula) **esercitato dalle pompe sodio-potassio** (proteine di membrana), che movimentano gli ioni di sodio all'esterno della cellula trasportando invece all'interno quelli di potassio (in un rapporto 3 a 2);
- la **forza elettrostatica** determinata esercitata dalle diverse polarità degli ioni.

Una variazione nella concentrazione elettrolitica extracellulare comporta una conseguente alterazione del potenziale di membrana; detta alterazione può risultare talmente drastica da portare al disfacimento della cellula causato dalla rottura della membrana (che non è in grado di mantenere le proprie caratteristiche strutturali oltre certi limiti).

Modificazioni più lievi non possono tuttavia essere trascurate, considerato infatti che **il potenziale di membrana, in condizioni fisiologiche, permette alla cellula di esercitare una forza di attrazione rivolta ai nutrienti essenziali**, si può comprendere come un'alterazione del PMN (che come già detto si determina a partire da piccole modificazioni nelle concentrazioni elettrolitiche) possa compromettere le attività vitali, il mantenimento del pH ed il buon funzionamento della cellula.

Il ruolo del dispositivo RegMatEx

Applicando uno stimolo elettrico a bassissima intensità si alterano i flussi di scambio ionico tra ambienti intracellulare ed extracellulare, di fatto “polarizzando” la membrana delle cellule immerse nel tessuto stimolato.



esperimento di alterazione del PMN mediante stimolo elettromagnetico

L'alterazione provocata dallo stimolo (emulazione di PMN fisiologico) può quindi compensare le problematiche dovute ad una mobilità ionica difettosa, e permettere successivamente un riequilibrio progressivo del PMN (ed in particolare dell'approvvigionamento di nutrienti da parte della cellula), posto che nell'ambiente extracellulare siano disponibili gli elettroliti necessari.

Non solo la valutazione del potenziale di membrana è funzionale al calcolo della stimolazione più opportuna alla regolazione, ma permette anche di **valutare l'impatto terapeutico della stimolazione sul sistema neurovegetativo e sull'asse HPA.**

Le variazioni più rapide (a frequenza più elevata) del PMN si registrano infatti nei neuroni, più in particolare lungo gli assoni durante le fasi di scarica che portano alla trasmissione del segnale alle sinapsi. Analizzando quindi le variazioni del PMN negli spettri di frequenza più elevati è possibile stimare il grado di attivazione del sistema neurovegetativo SNV (ed in particolare del sistema nervoso simpatico SNS) e dell'asse HPA.

Bibliografia

1. Vereninov AA, Glushankova LN, Rubashkin AA, [The role of ionic transporters in the long-term regulation of the water content in animal cells. The mathematical model and real lymphoid cells, *Tsitologiya*. 1995;37(12):1151-66;
2. Kaji DM, Effect of membrane potential on K-Cl transport in human erythrocytes, *Am J Physiol*. 1993 Feb;264(2 Pt 1):C376-82;
3. Zade-Oppen AM, Adragna NC, Tosteson DC, Effects of pH, potential, chloride and furosemide on passive Na⁺ and K⁺ effluxes from human red blood cells, *J Membr Biol*. 1988 Aug;103(3):217-25;
4. Ince C, Thio B, van Duijn B, van Dissel JT, Ypey DL, Leijh PC, Intracellular K⁺, Na⁺ and Cl⁻ concentrations and membrane potential in human monocytes, *Biochim Biophys Acta*. 1987 Nov 27;905(1):195-204;
5. Gross D, Loew LM, Webb WW, Optical imaging of cell membrane potential changes induced by applied electric fields, *Biophys J*. 1986 Aug;50(2):339-48;
6. Chipperfield AR, Shennan DB, The influence of pH and membrane potential on passive Na⁺ and K⁺ fluxes in human red blood cells, *Biochim Biophys Acta*. 1986 May 29;886(3):373-82;
7. Simchowicz L, Spilberg I, De Weer P, Sodium and potassium fluxes and membrane potential of human neutrophils: evidence for an electrogenic sodium pump, *J Gen Physiol*. 1982 Mar;79(3):453-79;
8. Costill DL, Cote R, Fink WJ, Van Handel P, Muscle water and electrolyte distribution during prolonged exercise, *Int J Sports Med*. 1981 Aug;2(3):130-4;
9. Hara Y, Ito Y, The electrical activity recorded from smooth muscle of the circular layer of the human stomach, *Pflugers Arch*. 1979 Nov;382(2):145-53;
10. Hoffman JF, Kaplan JH, Callahan TJ, The Na:K pump in red cells is electrogenic, *Fed Proc*. 1979 Oct;38(11):2440-1;
11. Costill DL, Cote R, Fink W, Muscle water and electrolytes following varied levels of dehydration in man. *J Appl Physiol*. 1976 Jan;40(1):6-11.