**ΑΝΑΦΟΡΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ 6 – ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΤΗΣ ΜΕΜΒΡΑΝΗΣ**

**Άσκηση 1 – Επίδραση της εξωκυττάριας συγκέντρωσης του νατρίου και του καλίου στο δυναμικό ισορροπίας και δυναμικό ηρεμίας της μεμβράνης. Χρησιμοποιήστε το φύλλο εργασίας «ΑΣΚΗΣΗ-1» στο excel αρχείο**

1) υπολογίστε το δυναμικό ισορροπίας του νατρίου με τις παρακάτω συγκεντρώσεις: 140mM (φυσιολογικό), 180mM (αυξημένη), 100mM (μειωμένη)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Εξωκυττάρια συγκέντρωση νατρίου | Ενδοκυττάρια συγκέντρωση νατρίου | Σθένος | Δυναμικό ισορροπίας |
| 140 | 15 | 1 |  |
| 180 | 15 | 1 |  |
| 100 | 15 | 1 |  |

2) υπολογίστε το δυναμικό ισορροπίας του καλίου με τις παρακάτω συγκεντρώσεις: 4mM (φυσιολογικό), 6mM (αυξημένη), 2mM (μειωμένη)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Εξωκυττάρια συγκέντρωση καλίου | Ενδοκυττάρια συγκέντρωση καλίου | Σθένος | Δυναμικό ισορροπίας |
| 4 | 150 | 1 |  |
| 6 | 150 | 1 |  |
| 2 | 150 | 1 |  |

3) υπολογίστε το δυναμικό ηρεμίας της μεμβράνης με τις παρακάτω συγκεντρώσεις νατρίου: 140mM (φυσιολογικό), 180mM (αυξημένη), 100mM (μειωμένη) (συνθήκη 1, 2 και 3)

4) υπολογίστε το δυναμικό ηρεμίας της μεμβράνης με τις παρακάτω συγκεντρώσεις καλίου: 4mM (φυσιολογικό), 6mM (αυξημένη), 2mM (μειωμένη) (συνθήκη 1, 4 και 5)

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Συνθήκη | [Νάτριο]έξω | [Νάτριο]μέσα | [Κάλιο]έξω | [Κάλιο]μέσα | [Χλώριο]έξω | [Χλώριο]μέσα | Δυναμικό της μεμβράνης |
| 1 | 140 | 15 | 4 | 150 | 110 | 10 |  |
| **2** | **180** | 15 | 4 | 150 | 110 | 10 |  |
| **3** | **100** | 15 | 4 | 150 | 110 | 10 |  |
| 4 | 140 | 15 | **6** | 150 | 110 | 10 |  |
| 5 | 140 | 15 | **2** | 150 | 110 | 10 |  |

Ερωτήσεις

1. Πώς επηρεάζει η εξωκυττάρια συγκέντρωση του νατρίου το δυναμικό ισορροπίας του νατρίου;
2. Πώς επηρεάζει η εξωκυττάρια συγκέντρωση του καλίου το δυναμικό ισορροπίας του καλίου;
3. Η εξωκυττάρια συγκέντρωση του νατρίου ή του καλίου επηρεάζει περισσότερο το δυναμικό ηρεμίας της μεμβράνης;

**Άσκηση 2 – Η επίδραση των διαύλων διαρροής, καθώς και των τασοελεγχόμενων διαύλων νατρίου και καλίου, στην αλλαγή του δυναμικού της μεμβράνης μετά από ερέθισμα και στη διεγερσιμότητα του νευρώνα**

**Για να κάνετε την άσκηση, συνδεθείτε στο** <https://colab.research.google.com/> και ανοίξτε το αρχείο erg6-askisi2.ipynb

1) Πώς αλλάζει το δυναμικό της μεμβράνης όταν ένας νευρώνας δέχεται αρνητικά ρεύματα αυξανόμενου μεγέθους;

|  |  |
| --- | --- |
| Ρεύμα (αρνητικό) (nA) | Αλλαγή δυναμικού |
| -0,02 |  |
| -0,04 |  |
| -0,06 |  |
| -0,08 |  |
| -0,1 |  |

2) Πώς αλλάζει το δυναμικό της μεμβράνης όταν ένας νευρώνας δέχεται αρνητικά ρεύματα αυξανόμενου μεγέθους αλλά έχουν τροποποιηθεί ανάλογα τα ρεύματα των διαύλων διαρροής, των τασοελεγχόμενων διαύλων νατρίου και των τασοελεγχομένων διαύλων καλίου;

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | αύξηση δίαυλων διαρροής (gleak=0.00045) | μείωση διαύλων διαρροής (gleak=0.00025) | μείωση τασοελεγχόμενων διαύλων νατρίου (gna=0.06) | μείωση τασοελεγχόμενων διαύλων καλίου (gk=0.018) |
| Ρεύμα (αρνητικό) (nA) | Αλλαγή δυναμικού |  |  |  |
| -0,02 |  |  |  |  |
| -0,04 |  |  |  |  |
| -0,06 |  |  |  |  |
| -0,08 |  |  |  |  |
| -1 |  |  |  |  |

3) Πώς επηρεάζουν οι διαφορετικοί ιοντικοί δίαυλοι την αλλαγή του δυναμικού της μεμβράνης σε είσοδο ερεθισμάτων;

4) Πώς αλλάζει τη διεγερσιμότητα του νευρώνα (αριθμός δυναμικών ενέργειας που παράγονται) όταν ένας νευρώνας δέχεται θετικά ρεύματα αυξανόμενου μεγέθους αλλά έχουν τροποποιηθεί ανάλογα τα ρεύματα των διαύλων διαρροής, των τασοελεγχόμενων διαύλων νατρίου και των τασοελεγχομένων διαύλων καλίου;

Σημ. Όταν δεν υπάρχει δυναμικό ενέργειας γράφετε την αλλαγή στο δυναμικό της μεμβράνης (με δύο δεκαδικά ψηφία). Όταν υπάρχουν δυναμικά ενέργειας, γράφετε τον αριθμό των δυναμικών ενέργειας (ακέραιο αριθμό)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | ‘φυσιολογικός’ νευρώνας | αύξηση δίαυλων διαρροής | μείωση διαύλων διαρροής | μείωση τασοελεγχόμενων διαύλων νατρίου | μείωση τασοελεγχόμενων διαύλων καλίου |
| Ρεύμα (θετικό) (nA) | Αλλαγή δυναμικού ή # δυν. ενέργειας | Αλλαγή δυναμικού ή # δυν. ενέργειας | Αλλαγή δυναμικού ή # δυν. ενέργειας | Αλλαγή δυναμικού ή # δυν. ενέργειας | Αλλαγή δυναμικού ή # δυν. ενέργειας |
| 0,02 |  |  |  |  |  |
| 0,04 |  |  |  |  |  |
| 0,06 |  |  |  |  |  |
| 0,08 |  |  |  |  |  |
| 0,1 |  |  |  |  |  |
| 0,12 |  |  |  |  |  |
| 0,14 |  |  |  |  |  |

5) Πώς επηρεάζουν τη διεγερσιμότητα του νευρώνα οι διαφορετικοί ιοντικοί δίαυλοι;

**Άσκηση 3 – Μελέτη των ιδιοτήτων του δυναμικού ενέργειας στα νευρικά κύτταρα**

**Για να κάνετε αυτή την άσκηση, συνδεθείτε στο** <https://colab.research.google.com/> και ανοίξτε το αρχείο erg6-askisi3.ipynb

Με βάση τις προσομοιώσεις που θα τρέξετε, συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Πειραματικές παραάμετροι | Φυσιολογικός νευρώνας | | μείωση νατρίου (gNa) | | μείωση καλίου (gK) | | μείωση διαύλων διαρροής (gLeak) | |
| gNA |  |  |  |  |  |  |  |  |
| gK |  |  |  |  |  |  |  |  |
| gleak |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Δυναμικό ηρεμίας |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Μέγιστο του δυναμικού ενέργειας |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Ύψος του δυναμικού ενέργειας |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Χρόνος που συμβαίνει το μέγιστο του δυναμικού ενέργειας |  |  |  |  |  |  |  |  |
| t1 της ανοδικής φάσης (0mV) |  |  |  |  |  |  |  |  |
| t2 της καθοδικής φάσης (0mV) |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ΔΧ (διάρκεια του δυναμικού ενέργειας) |  |  |  |  |  |  |  |  |
| μεθυπερπόλωση |  |  |  |  |  |  |  |  |

Μην ξεχάσετε να σημειώσετε τις μονάδες μέτρησης.

1. Περιγράψτε πώς αλλάζει το σχήμα του δυναμικού ενεργείας όταν μειώνεται η αγωγιμότητα των τασοελεγχόμενων διαύλων νατρίου.
2. Περιγράψτε πώς αλλάζει το σχήμα του δυναμικού ενεργείας όταν μειώνεται η αγωγιμότητα των τασοελεγχόμενων διαύλων καλίου.
3. Περιγράψτε πώς αλλάζει το σχήμα του δυναμικού ενεργείας όταν μειώνεται η αγωγιμότητα των τασοελεγχόμενων διαύλων διαροής.