

*№5. Нерв талшықтары мен басқа да
қозған ұлпалардың әрекет
потенциалы. Молекулалық
механизмдері.*

Сұрақтары:

- Әрекет потенциалын генерациялау
- Мембраналардың электромеханикалық потенциалдарының молекулалық механизмдерін оқып үйренудің әдістері.
- Қозған талшықтар бойымен нерв импульстарының таралуы.

Әрекет потенциал (ӘП)
(тітіркендіру)

Қозу жағдайында жасуша мен қоршаған орта арасындағы потенциал айырымы өзгереді. Осы кезде ӘП пайда болады.

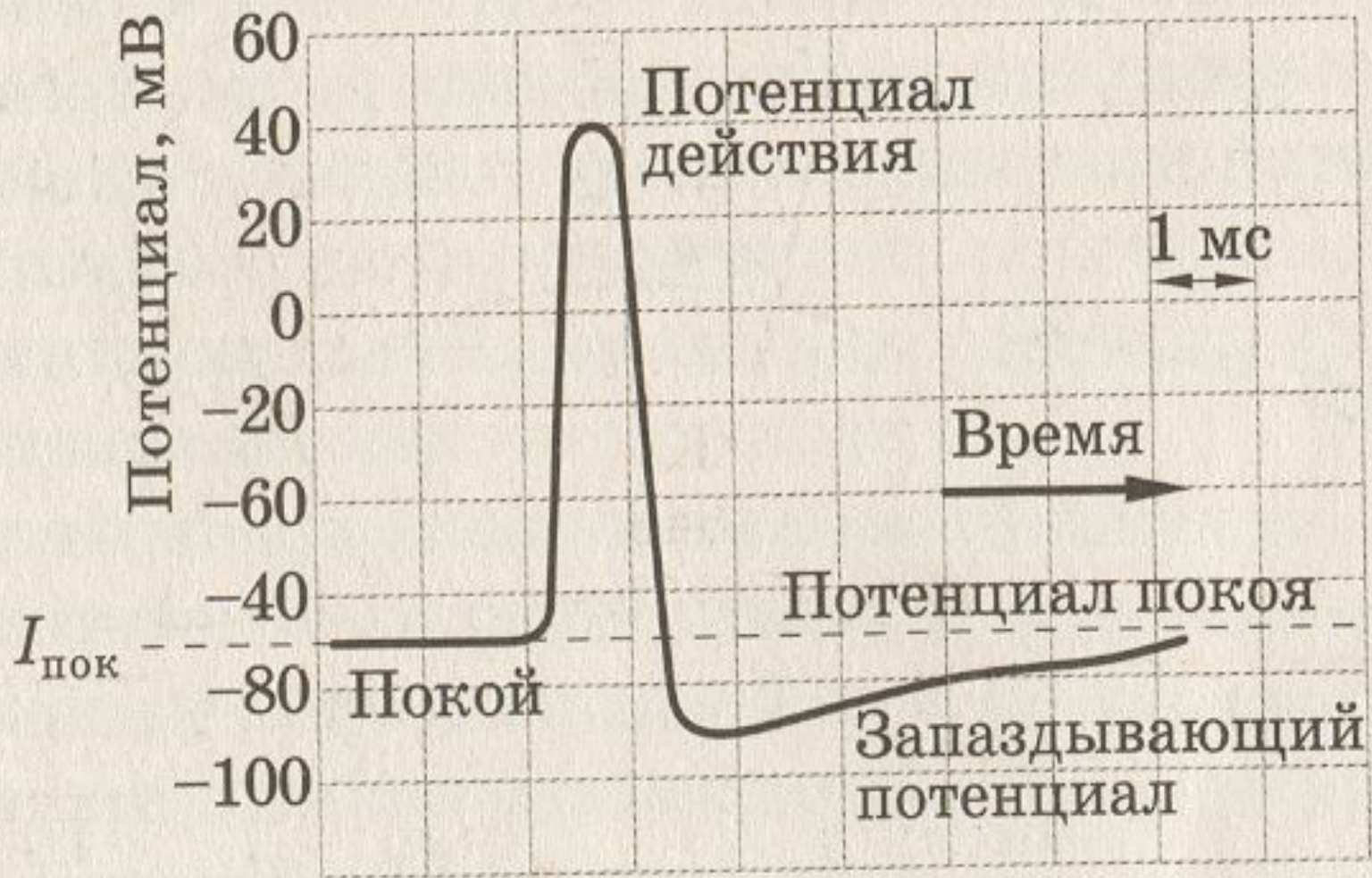
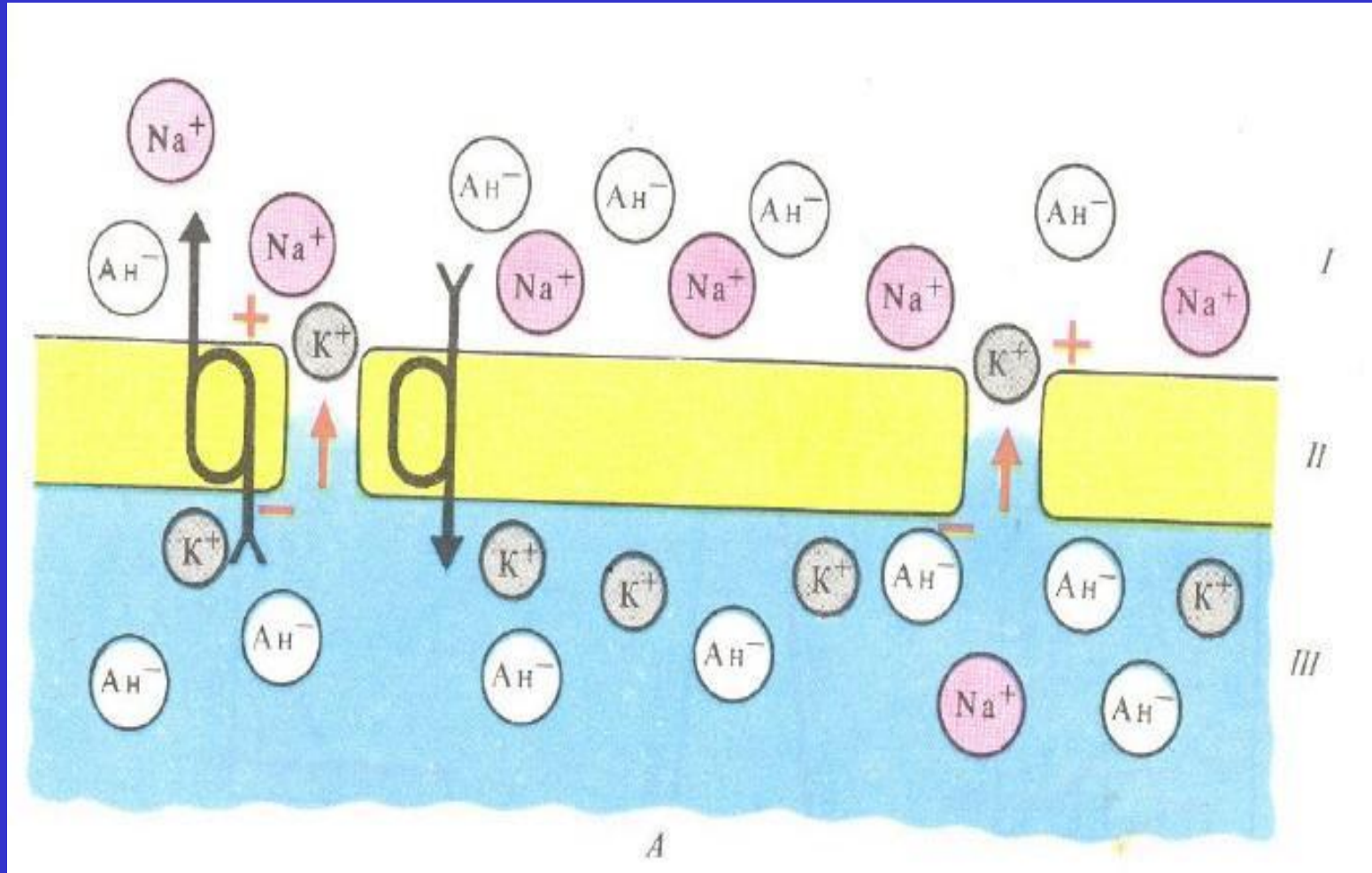


Рис. 11.17

Мембраналық потенциал

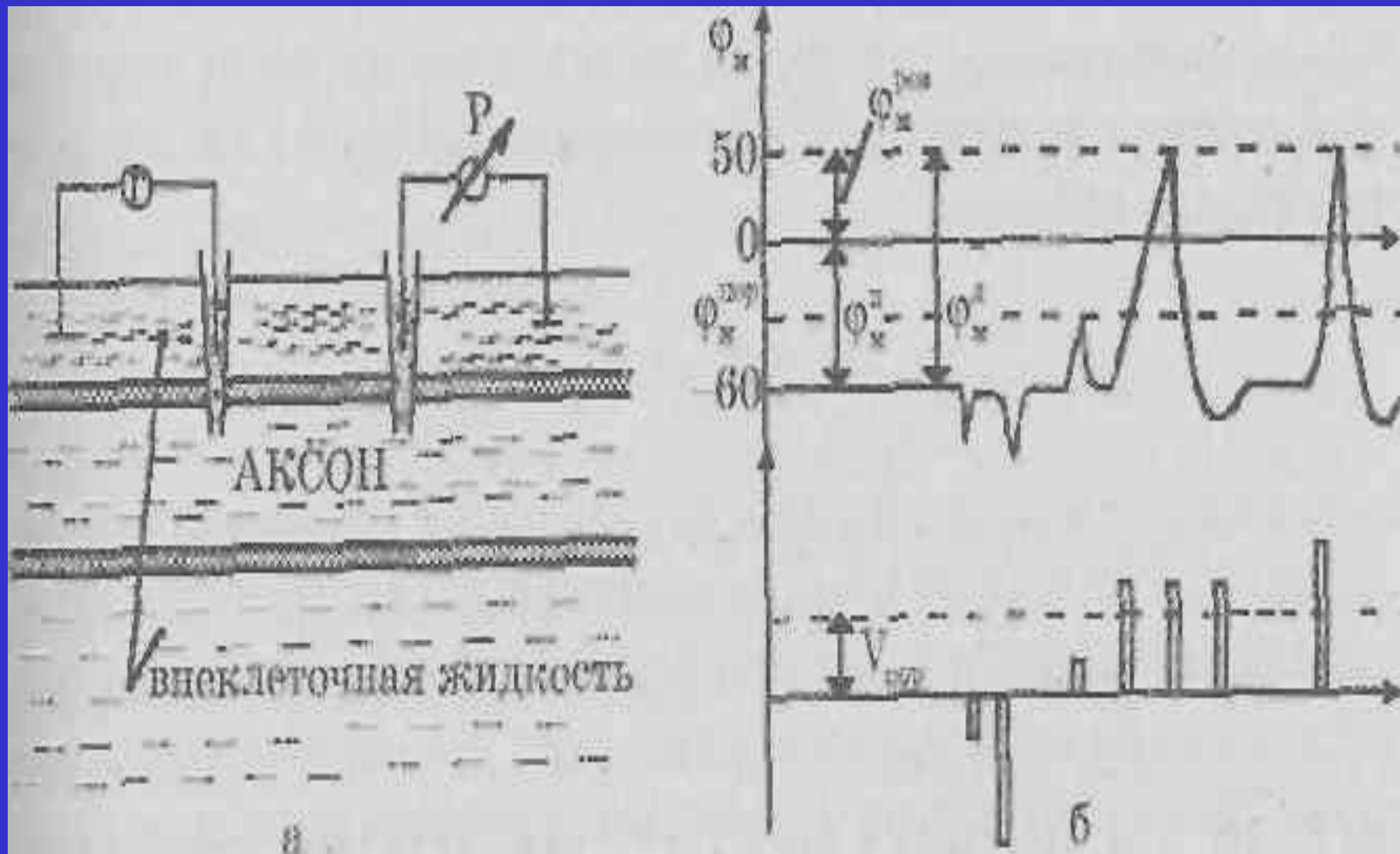


Мембрананың сыртқы жағзы – «+»

Мембрананың ішкі жағзы – «-»

Бұлшық етті талшықтар үшін мембраналық потенциал – 60 - - 90 мВ

ӘП конденсатордың
зарядталуы мен
разрядталуы кезіндегі
апериодтық (периодтық
емес) процестер тәріздес
болады.



Сурет 1. Әрекет потенциалды зерттеу:

- Нерв талшықтарында және қаңқа бұлшық еттерінде әрекет потенциалдың ұзақтығы 1 мс шамасында болады. (жүрек бұлшық еттерінде 300 мс шамасындай).
- Қозу аяқталғаннан кейін де 1-3 мс мембранада қалдық құбылыстар байқалады, яғни мембрананың рефрактерлік кезеңі (қозбаған күйі).

- Рефрактерлік кезең, әрекет потенциалдың пайда болу уақытындағы мембрананың қозбаған кезеңі және қозудан кейінгі қалдық құбылыстар.
- Қозу кезеңінде мембрана кедергісі кемиді (тыныштық күйде кальмар аксонында 0,1 Ом -нен қозу кезеңінде 0,0025 Ом м² –ге дейін).

Әрекет потенциалдың негізгі қасиеттері:

- Деполяризация потенциалының табалдырық мәнінің болуы
- Егер деполяризация потенциалы *табалдырық мәнінен үлкен болса, онда әрекет потенциал п. б.*
- Егер деполяризация потенциалының амплитудасы *қозу табалдырығынан кіші болса, онда әрекет потенциалы болмайды.*

Қозу кезінде натрий иондары үшін мембрананың өтімділігі күрт артады.

Тыныштық потенциал кезінде әр түрлі иондар үшін мембрананың өтімділік коэффициенттері:

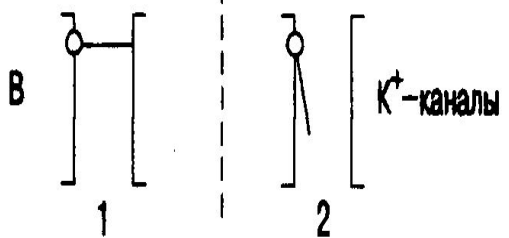
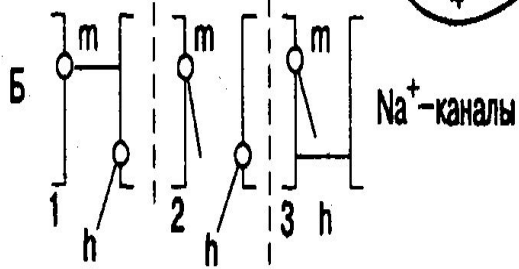
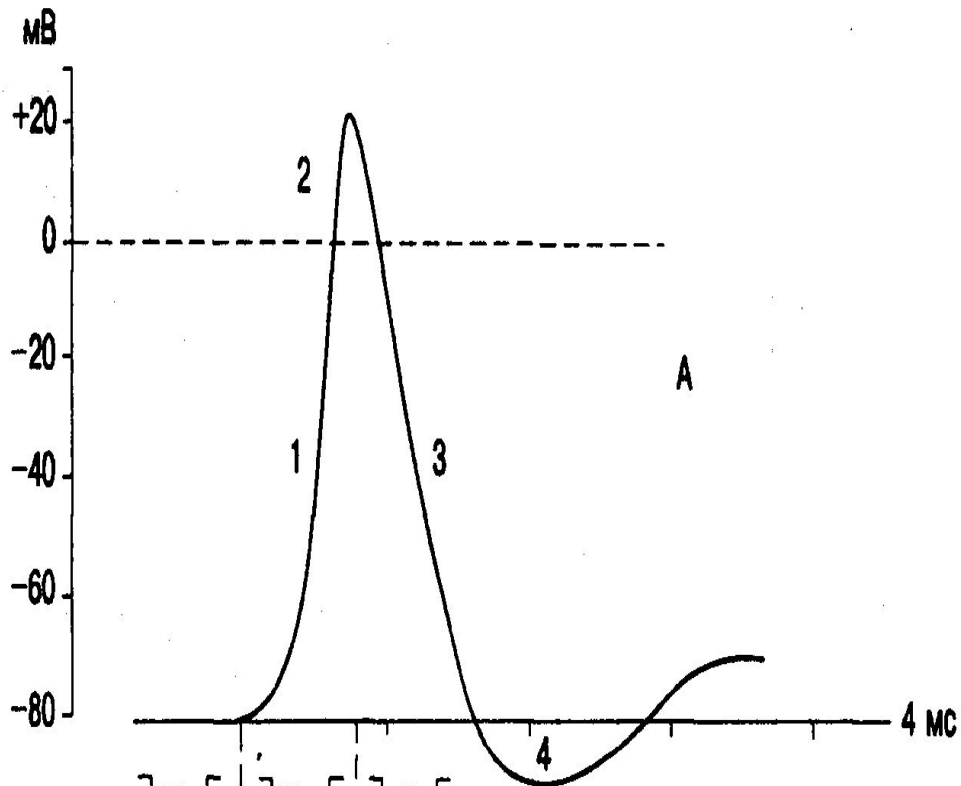
$$P_k : P_{Na} : P_{Cl} = 1 : 0.04 : 0.45$$

Қозу кезеңінде

$$P_k : P_{Na} : P_{Cl} = 1 : 20 : 0.45$$

- *ӘП бірнеше фазадан тұрады: потенциал оң бағытқа қарай тез артады. Арту барысында жасушалық мембрана өзінің қалыпты зарядтын (поляризациясын) жоғалтады - деполяризация фазасы.*
- *Деполяризация қисығы нолдік сызықтан өтіп, мембраналық потенциал оң болады. Осы оң фазаны ӘП –ң инверсиясы д.а.*
- *Әрекет потенциалының максимал мәні 30-40 мВ – ге жетеді. Әрекет потенциалдың төмендеп, бастапқы қалпына келуін реполяризация кезеңі деп атайды.*

- Нерв талшықтарында әрекет потенциалдың реполяризация кезеңінде «іздік» потенциалдары байқалады.
- Реполяризация кезеңінің соңында потенциалдың күшеюін гиперполяризация деп атайды.



Қозу процессі

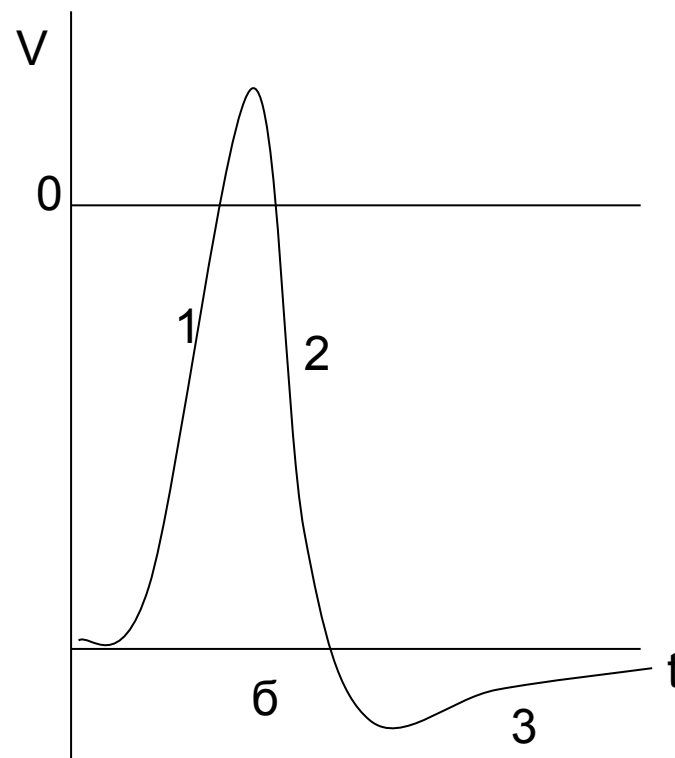
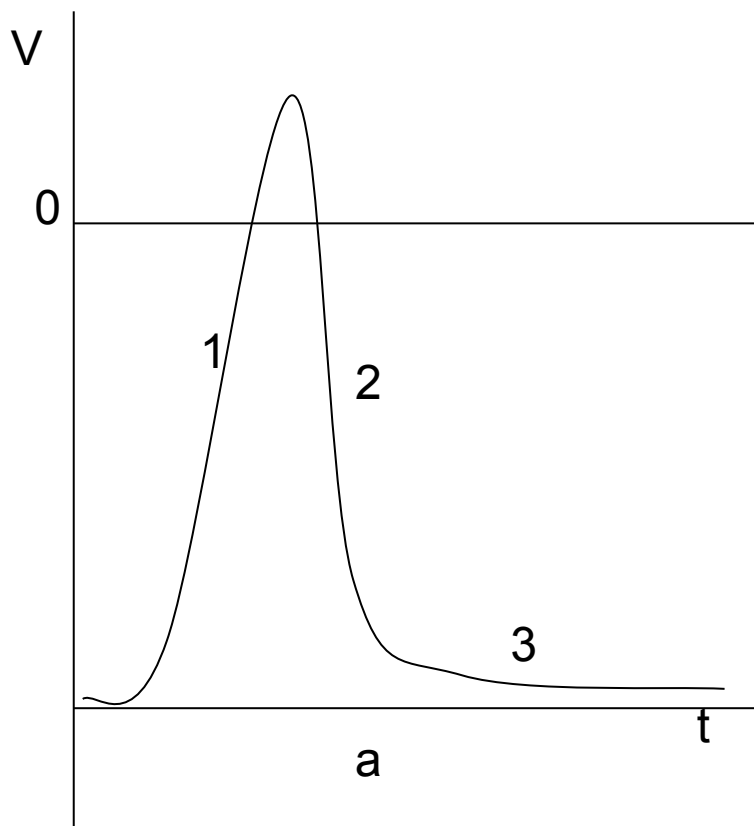
- ӘП және оның фазалары:
- 1 — деполяризация,
- 2 — инверсия,
- 3 — реполяризация,
- 4 — іздік поляризация.
- Б — натрий каналдарының қақпасы (m және h).
- В — калий каналдарының қақпасы және олардың ӘП әр кезеңіндегі болу шарттары

Әрекет потенциалының фазалары

1- деполяризация фазасы, 2- фаза реполяризация фазасы, 3- іздік потенциал:

a – теріс,

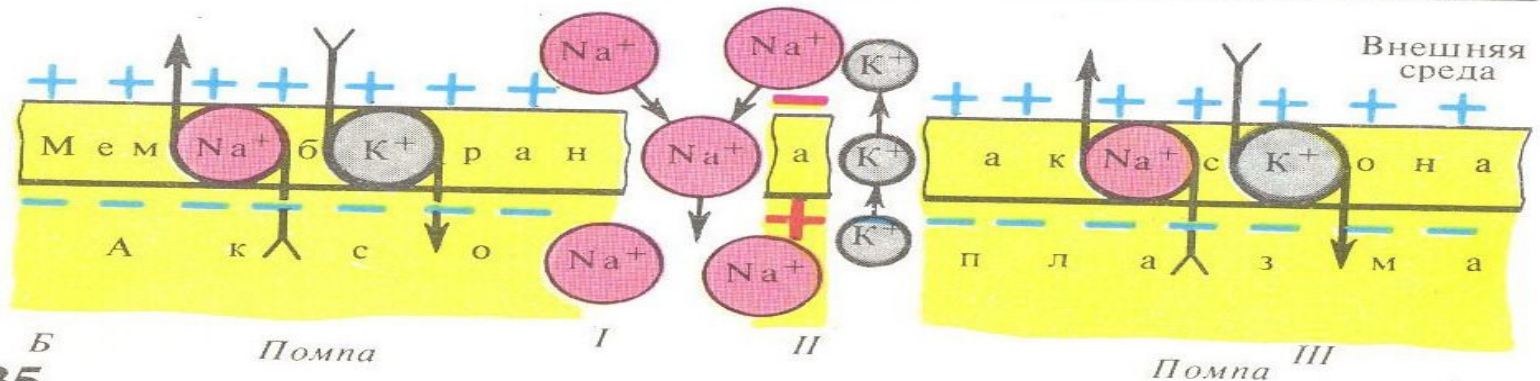
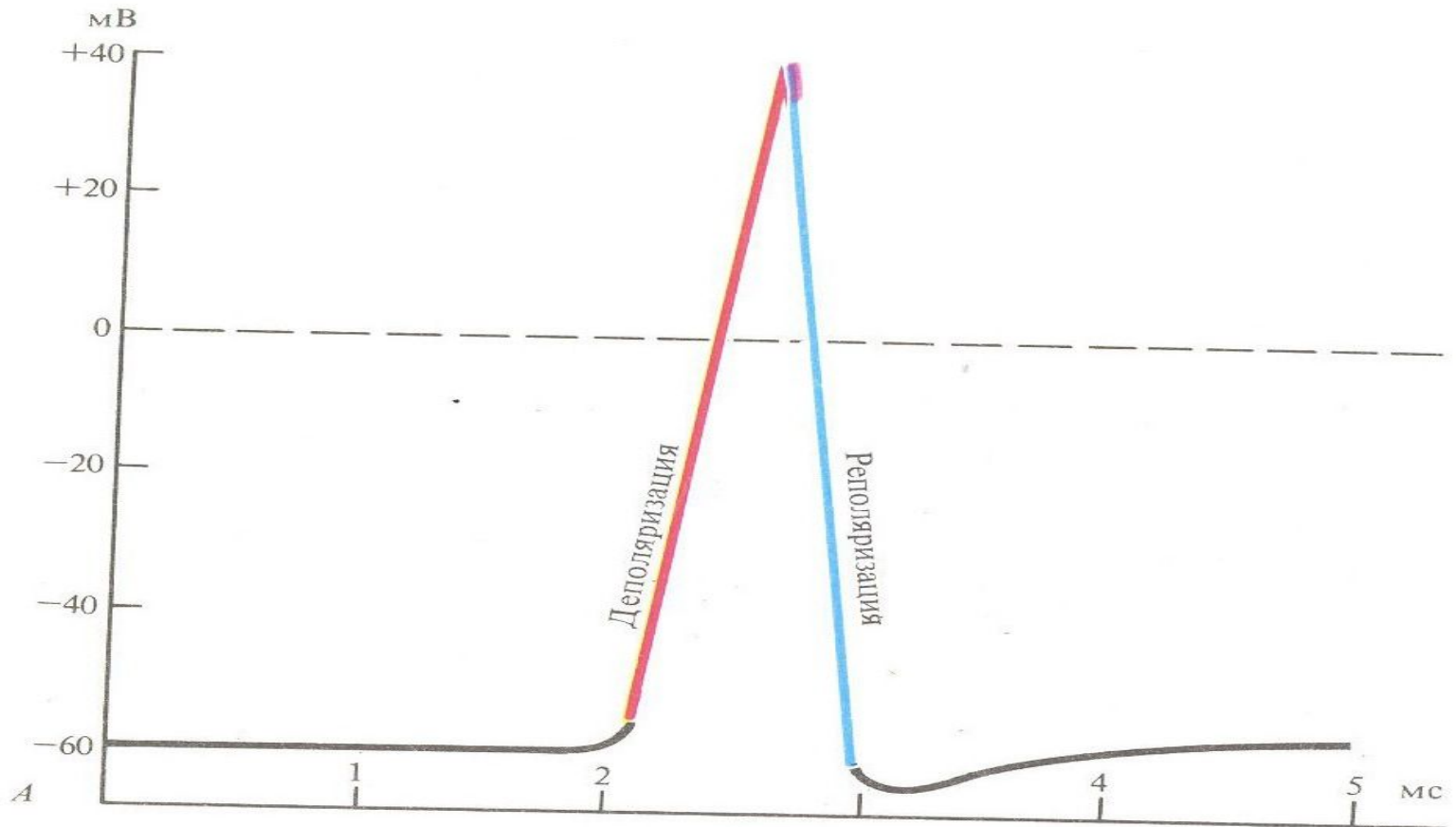
б - оң



Әрекет потенциалының фазалары



1. Жергілікті жауап
2. Деполяризация.
3. Реполяризация.
4. Теріс потенциал.
5. Оң потенциал.



Мембрана қозуы Ходжкин - Хаксли теңдеуімен сипатталады.

$$I_M = C_M \frac{d\varphi}{dt} + \sum I_i$$

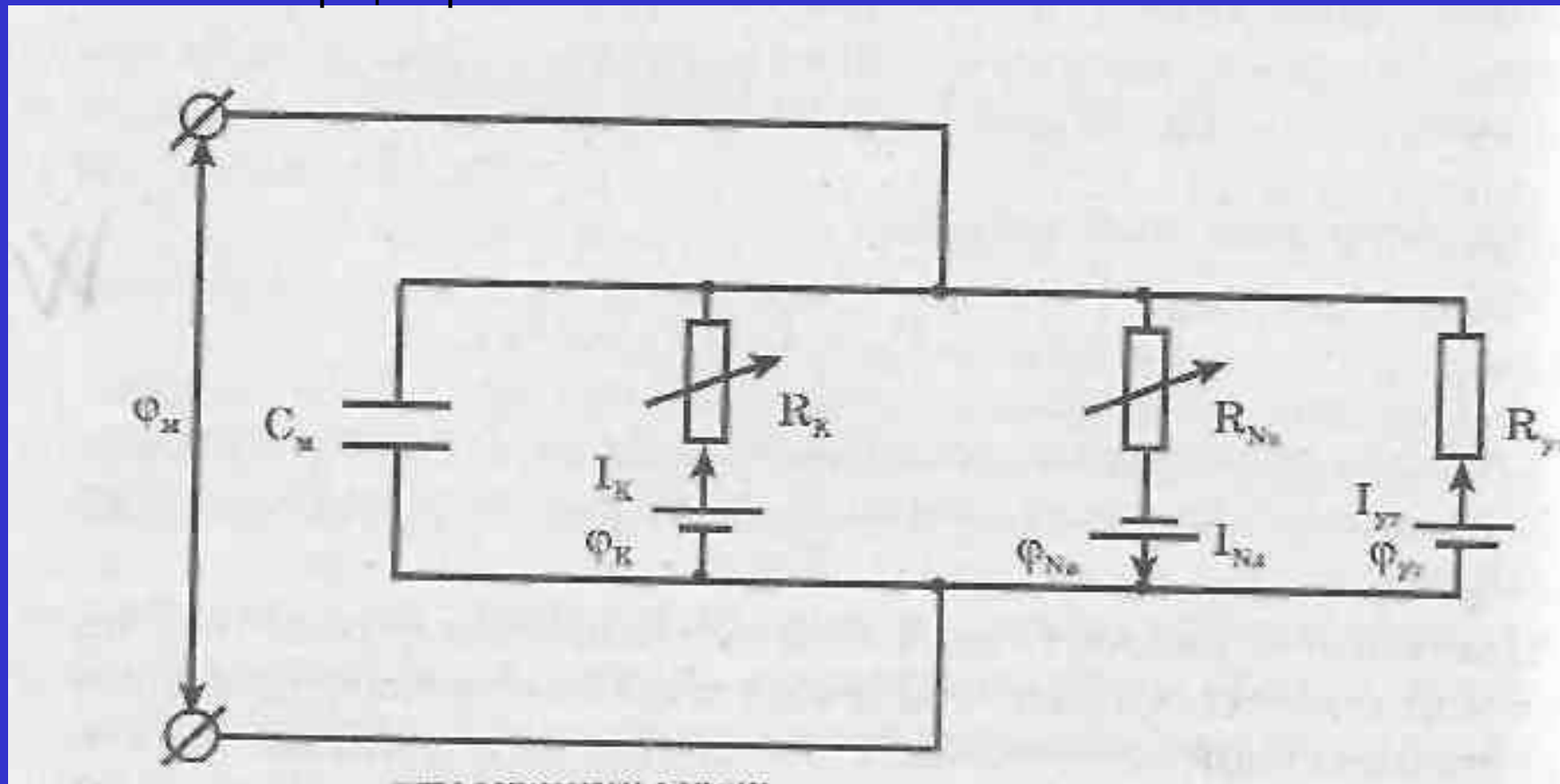
I_M - мембрана арқылы өтетін ток, C_M - мембрананың сыйымдылығы, $\sum I_i$ - мембрана арқылы өтетін иондар тогының қосындысы.

Толық мембраналық ток

$$I_M = C_M \frac{d\varphi_M}{dt} + I_{K^+} + I_{Na^+} + I_{\text{мткі}}$$

Қозған мембрана элементінің эквивалентті электрлік схемасы

Сыртқы орта



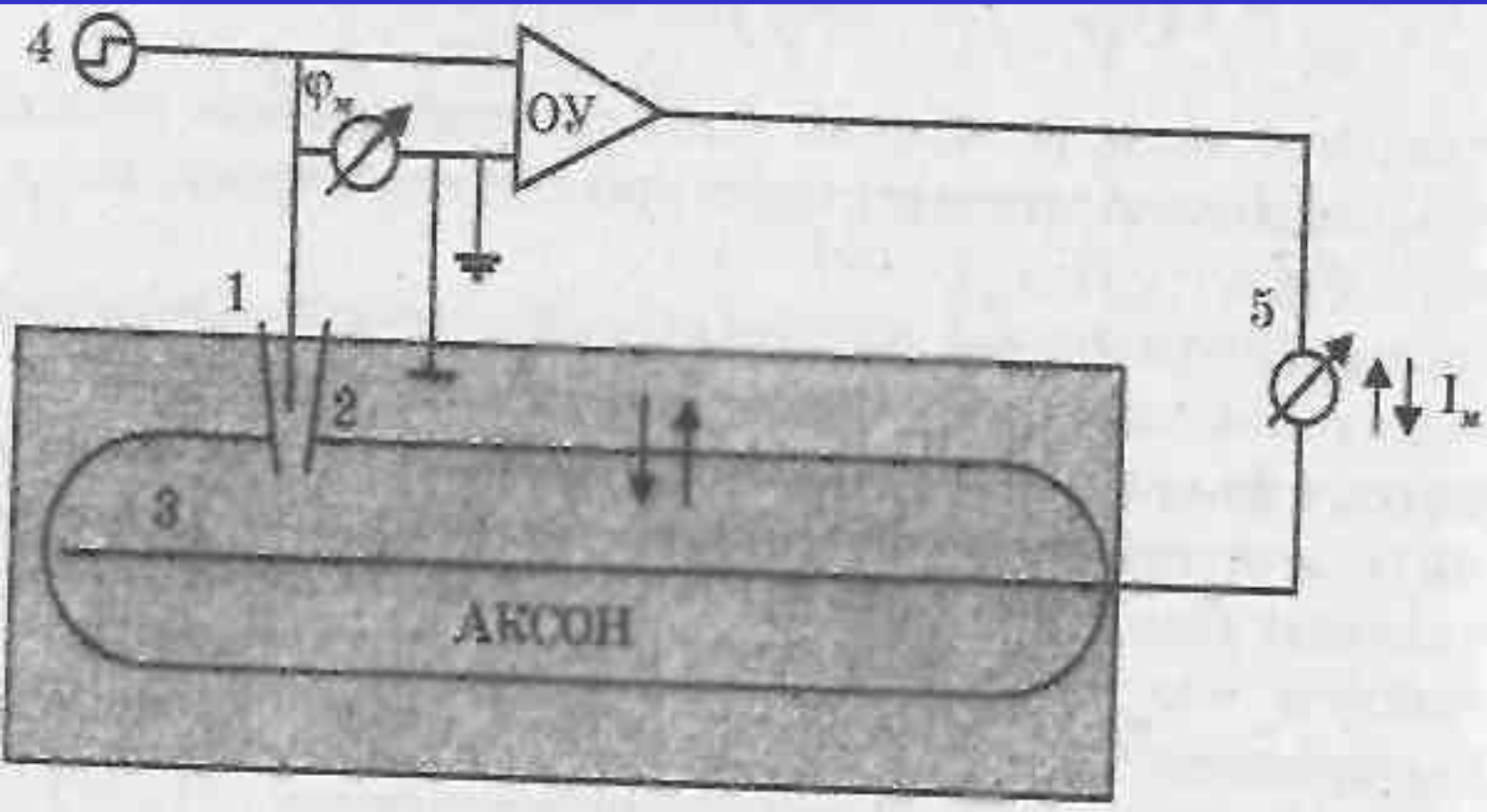
Ішкі орта

Нерв импульстарын генерациялауда
иондық токтардың ролі мембраналық
потенциалды бекіту тәжірибесімен
анықталады

$$\varphi_M = \varphi_{iшкі} - \varphi_{сырт}$$

Қозған мембрана арқылы өтетін токтарды зерттеуде тұрақты кернеудің болуы:

1. Сыйымдылық тогын ескермеу $C_M d\varphi_M/dt$;
2. φ_M өзгергенде g_{Na} және g_K иондық өткізгіштердің өзгерісін ескермеу және қозу кезеңінің әр түрлі фазасында олардың өзгерісін оқып үйрену: $g_i = f(t)$.



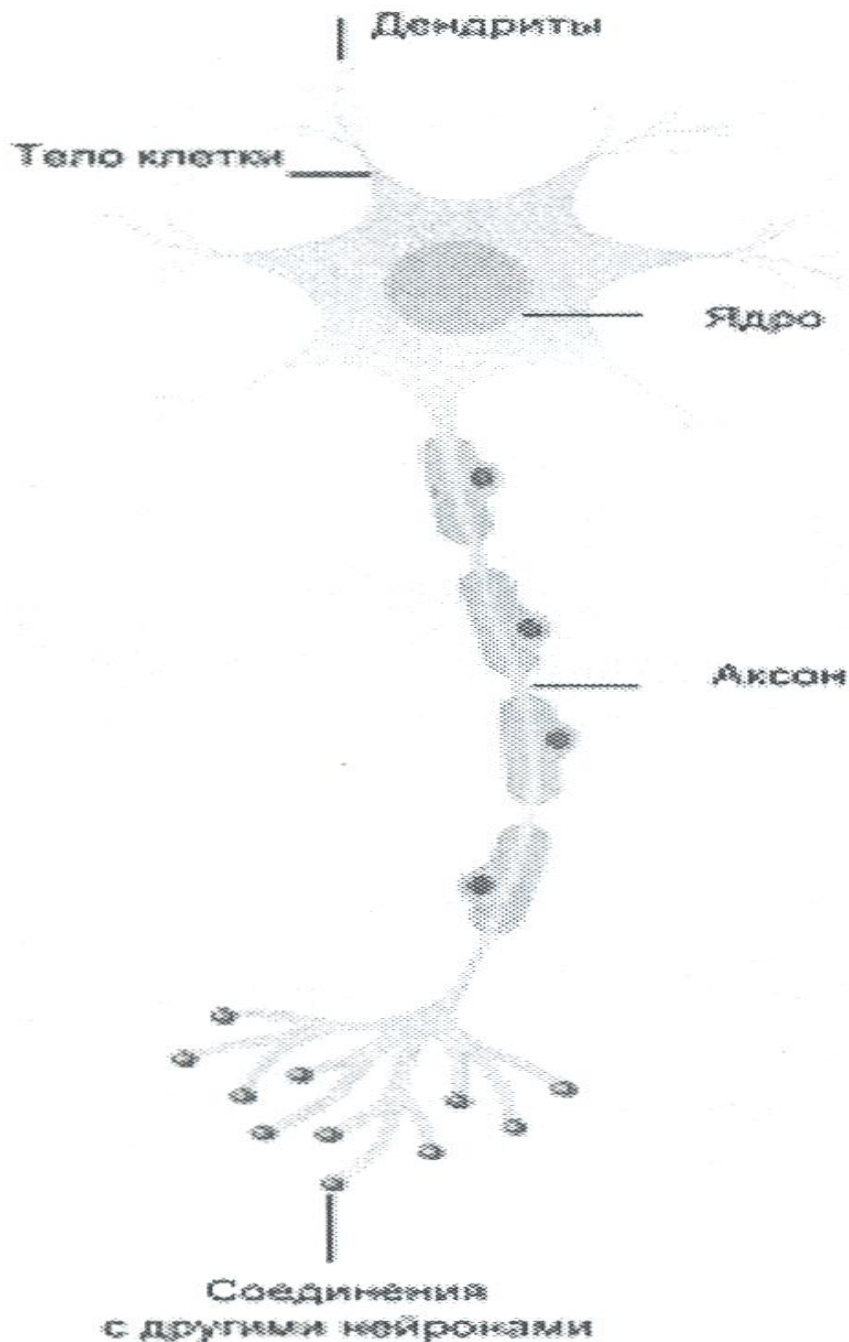
Бекітілген мембраналық потенциалы бар мембрана арқылы өтетін тоқты зерттеу схемасы

(1 - микроэлектрод, 2 – салыстыру электроды, 3 – күміс өткізгіш, 4 – тұрақты кернеу генераторы, 5 - амперметр, ОУ - күшейткіш).

ӘП-дың маңызды қасиетінің бірі

**олардың нерв талшықтары бойымен
таралуы.**

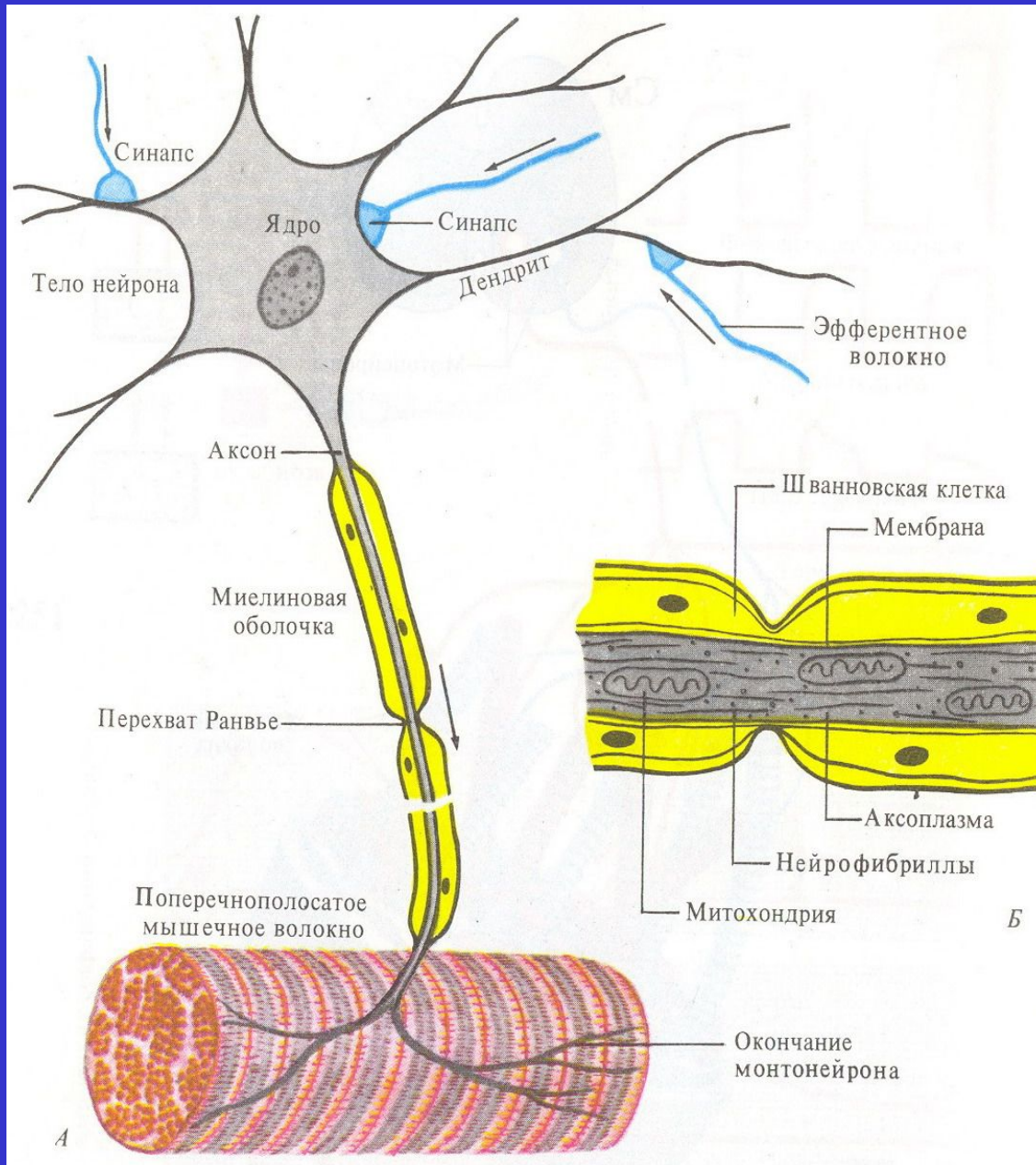
Нерв жасушасы – нейрон – жасуша денесінен (сома), бірнеше өсінділер – дендриттерден және шығару өсіндісі – аксоннан тұрады.



Нейронның құрылымы

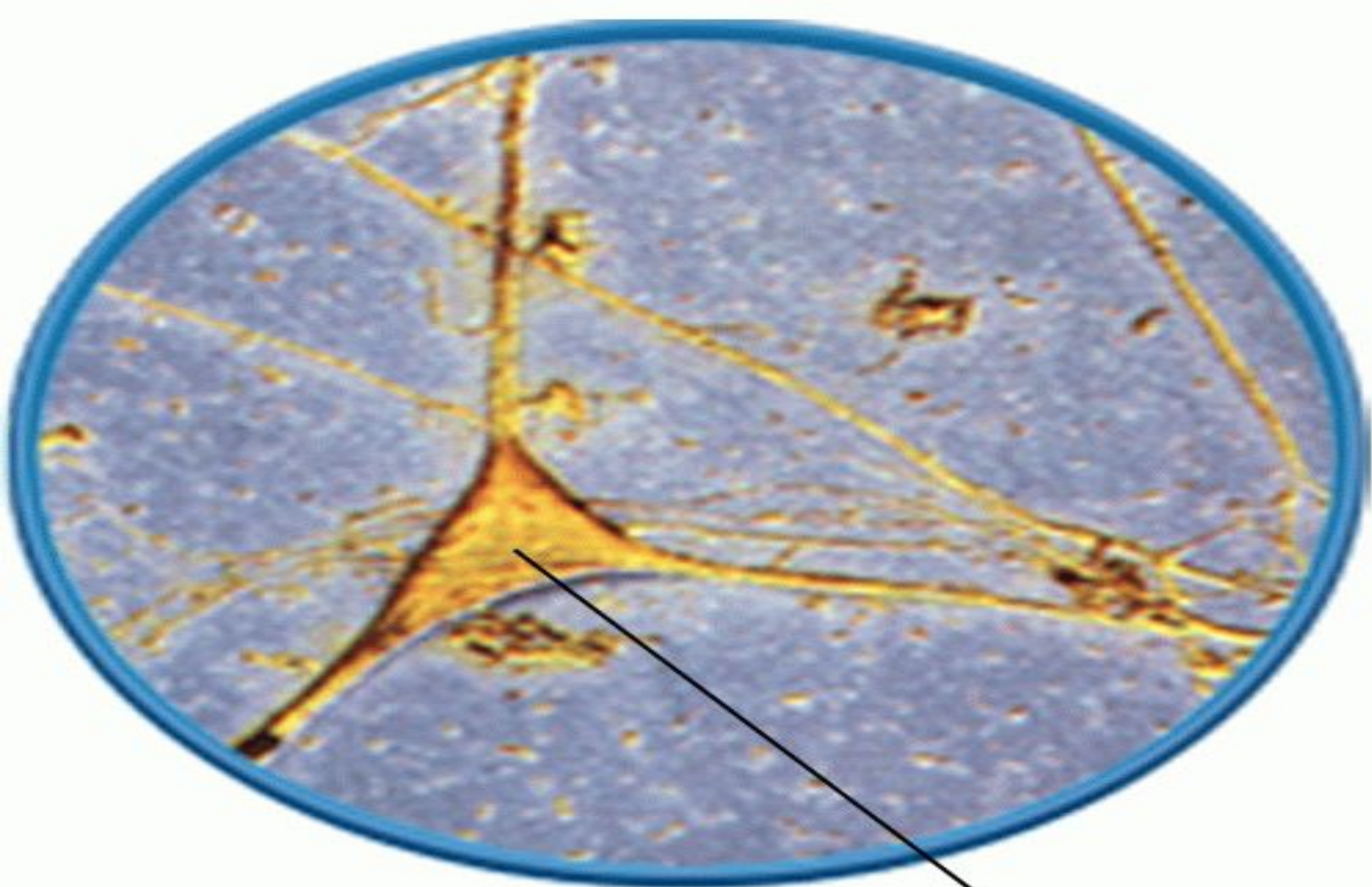
- Нейрондар — нерв жүйесінің негізгі элементі.
- Жасушаның ұзын өсінділері нерв импульстарын таратады.

Нейронның құрылымы

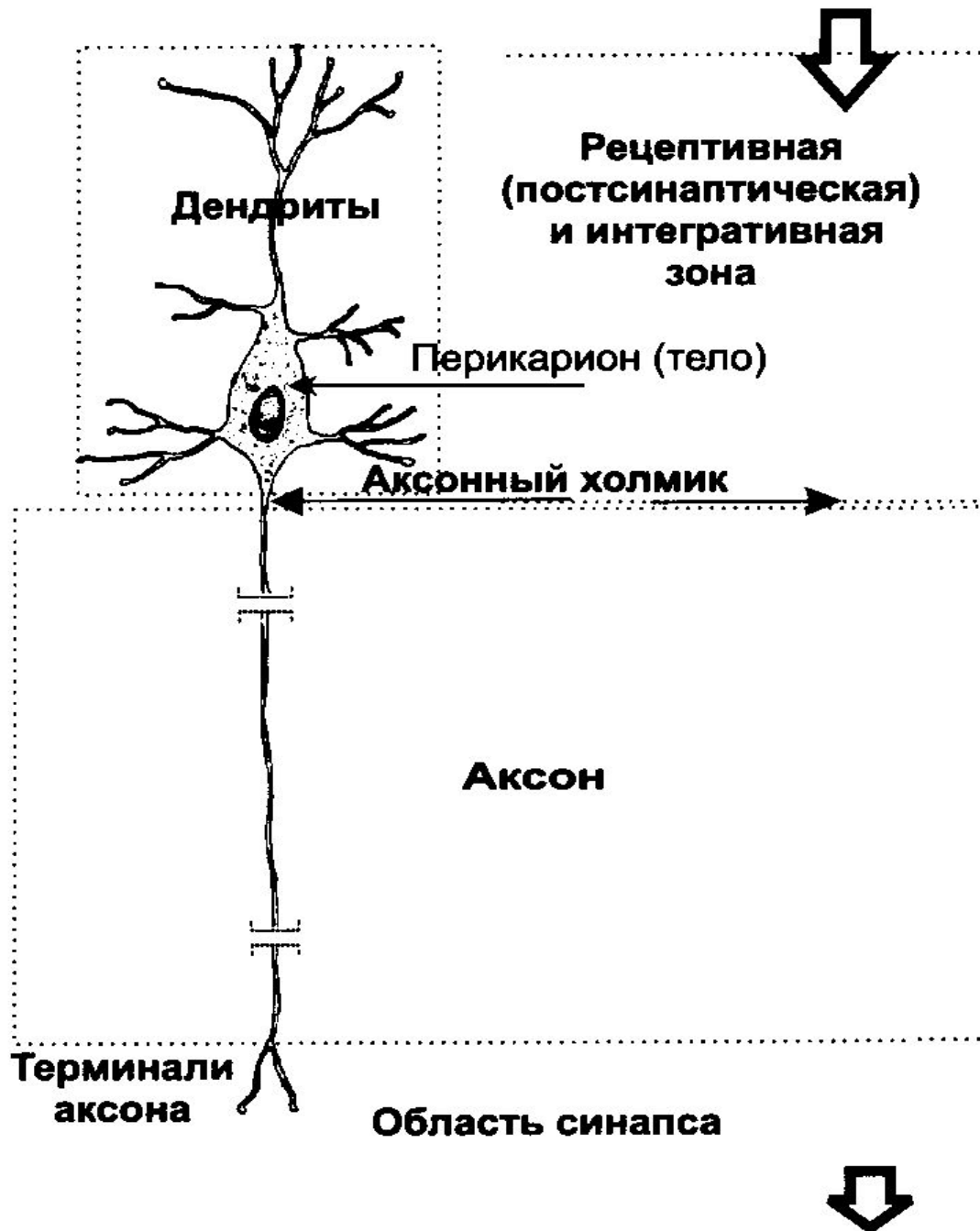


- *Нейрон денесінің диаметрі 4-5 –ден 135 мк-ге дейін болады. Нерв жасушасы денесінің формасы да әр түрлі (дөңгелек, овалды, пирамидалы күйге дейін өзгереді)*
- *Нерв жасушасының денесінен әр түрлі ұзындықтағы екі типті өсінділері шығады. Бір немесе бірнеше тармақталған өсінділер **дендриттермен** нерв импульстары нейрон денесіне беріледі.*
- *Нерв жасушасы денесінен нерв импульсы ұзын өсіндісі аксон бойынша таралады.*

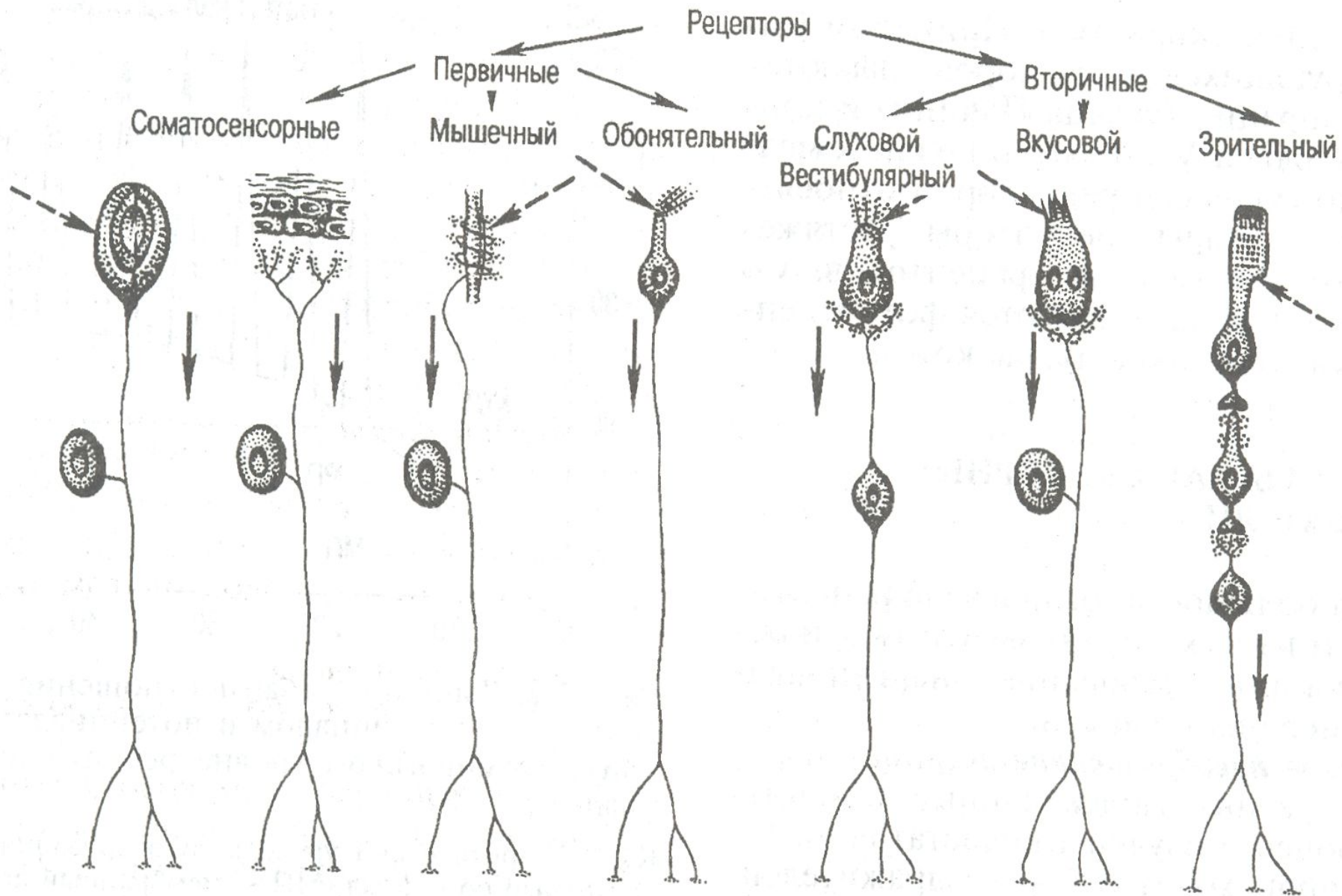
Аксонның негізгі функциясы –нейронда пайда болған импульстарды өткізу.



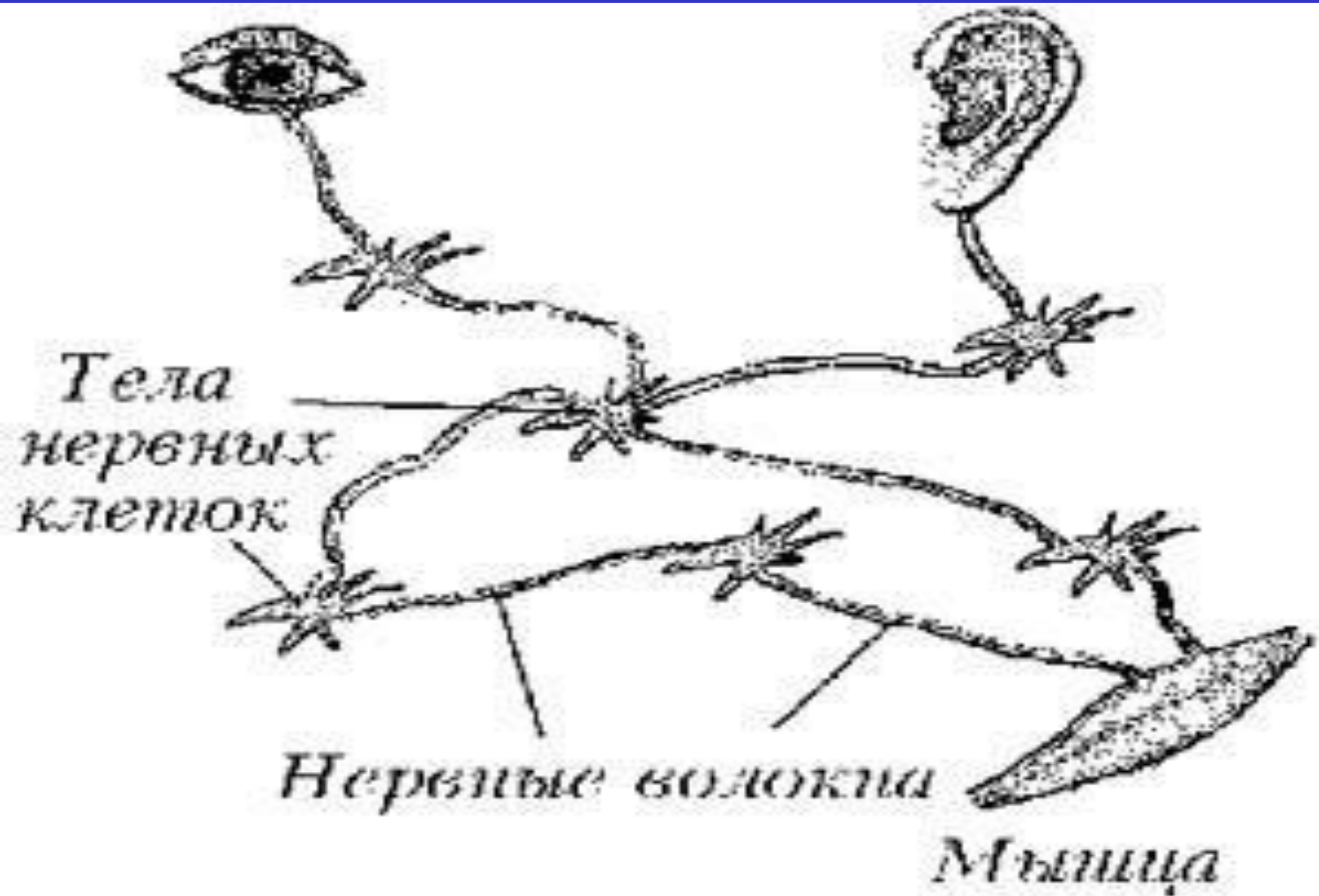
Нейрон



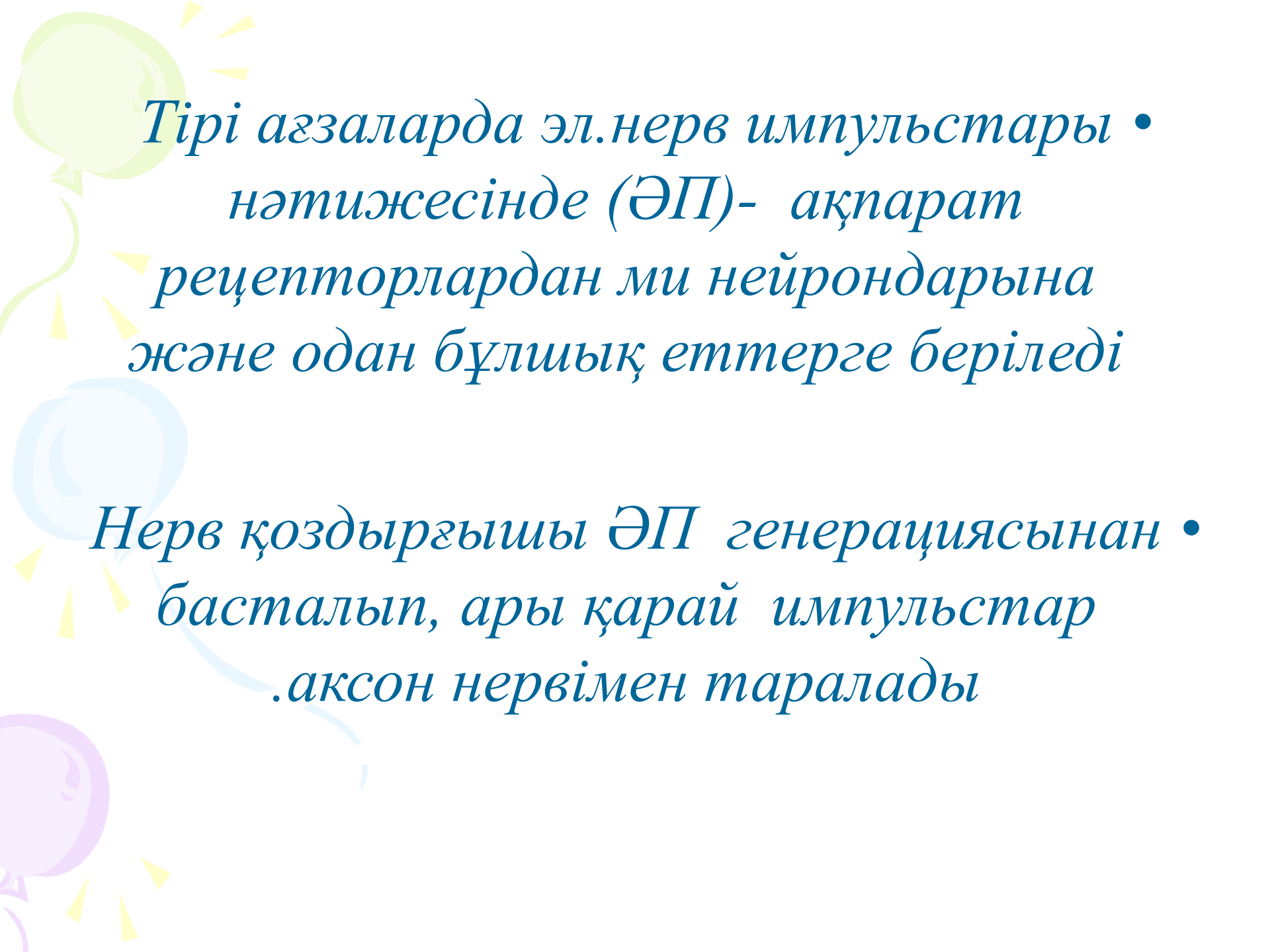
- **нейрон.**
- Жасуша денесі (перикарион) ядродан тұрады.
- Денеден өсінділер шығады. Оның біреуі - аксон, қалған басқалары — дендриттер.
- Нерв жасушасының функциональды зонасы- рецептивті (дендритті), аксон (ӘП –ң таралу аумағы)
- Аксон тармақтарының ұшы
- (пресинаптикалық)



- Рецепторлы жасушаның әр түрлері



Нерв жасушалары, сезім мүшелері және бұлшық еттердің арасындағы байланыс схемасы



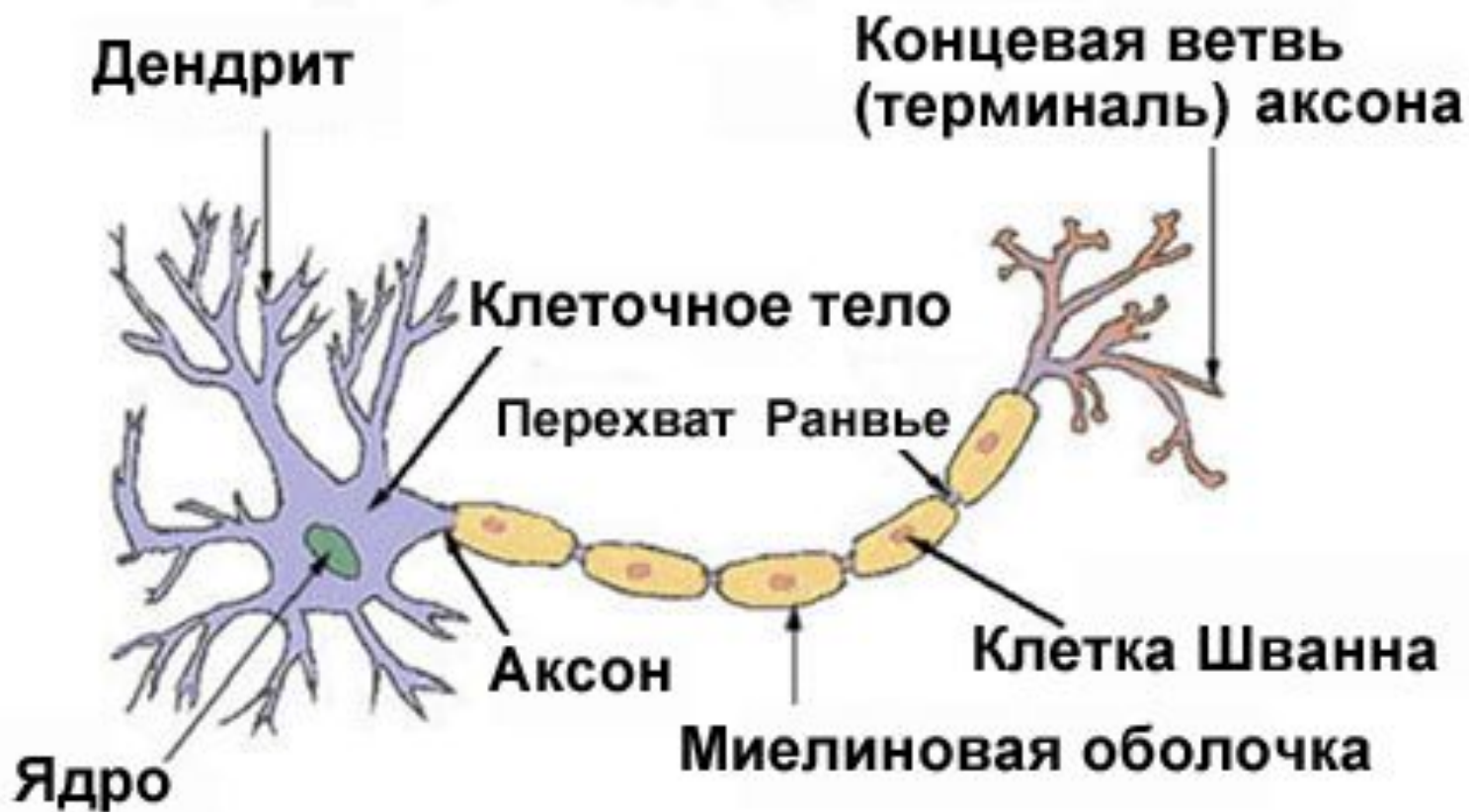
*Тірі ағзаларда эл.нерв импульстары •
нәтижесінде (ӘП)- ақпарат
рецепторлардан ми нейрондарына
және одан бұлшық еттерге беріледі*

*Нерв қоздырғышы ӘП генерациясынан •
басталып, ары қарай импульстар
.аксон нервімен таралады*

Аксондар миелинді қабықшамен қапталады. Миелинді қабықша омдық кедергісі жоғары 80% липидтерден және 20% ақуыздан тұрады.

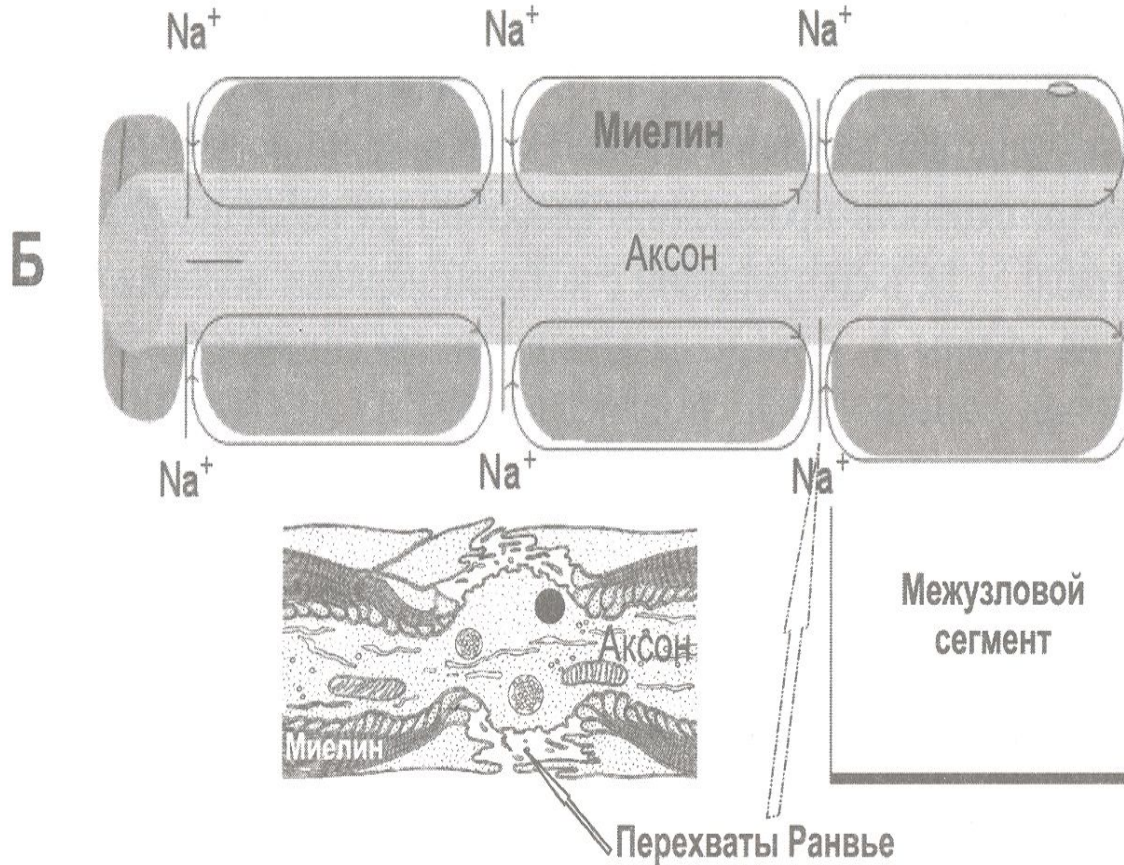
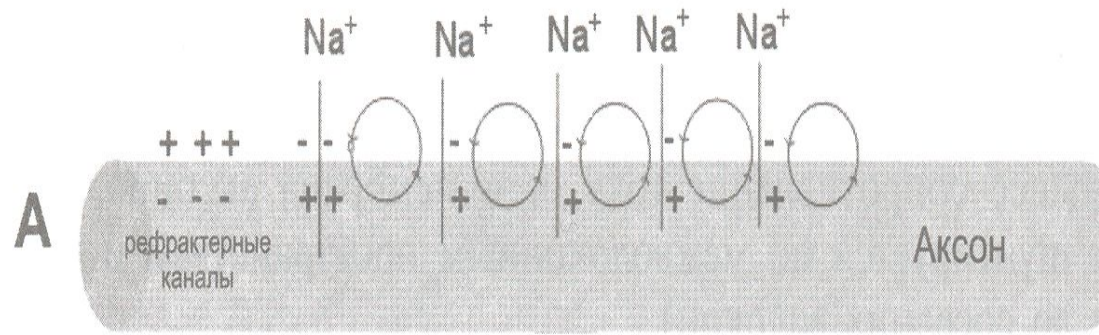
- Миелинді қабық жүйке талшығын тұтас жаппайды. Ол әрбір бір мкм сайын үзіледі. Бұл Ранвье үзілісі деп аталады.
- *Нерв талшықтарымен импульстың таралуы нерв талшықтарының құрылымымен анықталады.*
- *Құрылымы өткізгіш ретінде аксоплазма, электрлік изолятор ретінде миелинді қабықша (диэлектрик) қарастырылатын электр кабеліне ұқсайды.*

Типичная структура нейрона



Олай болса, нерв талшықтары
миелинді (майлы қабықты) және
миелинсіз (майлы қабықсыз) болып
бөлінеді

Олардың қозуды өткізу
механизмдері бірдей емес.

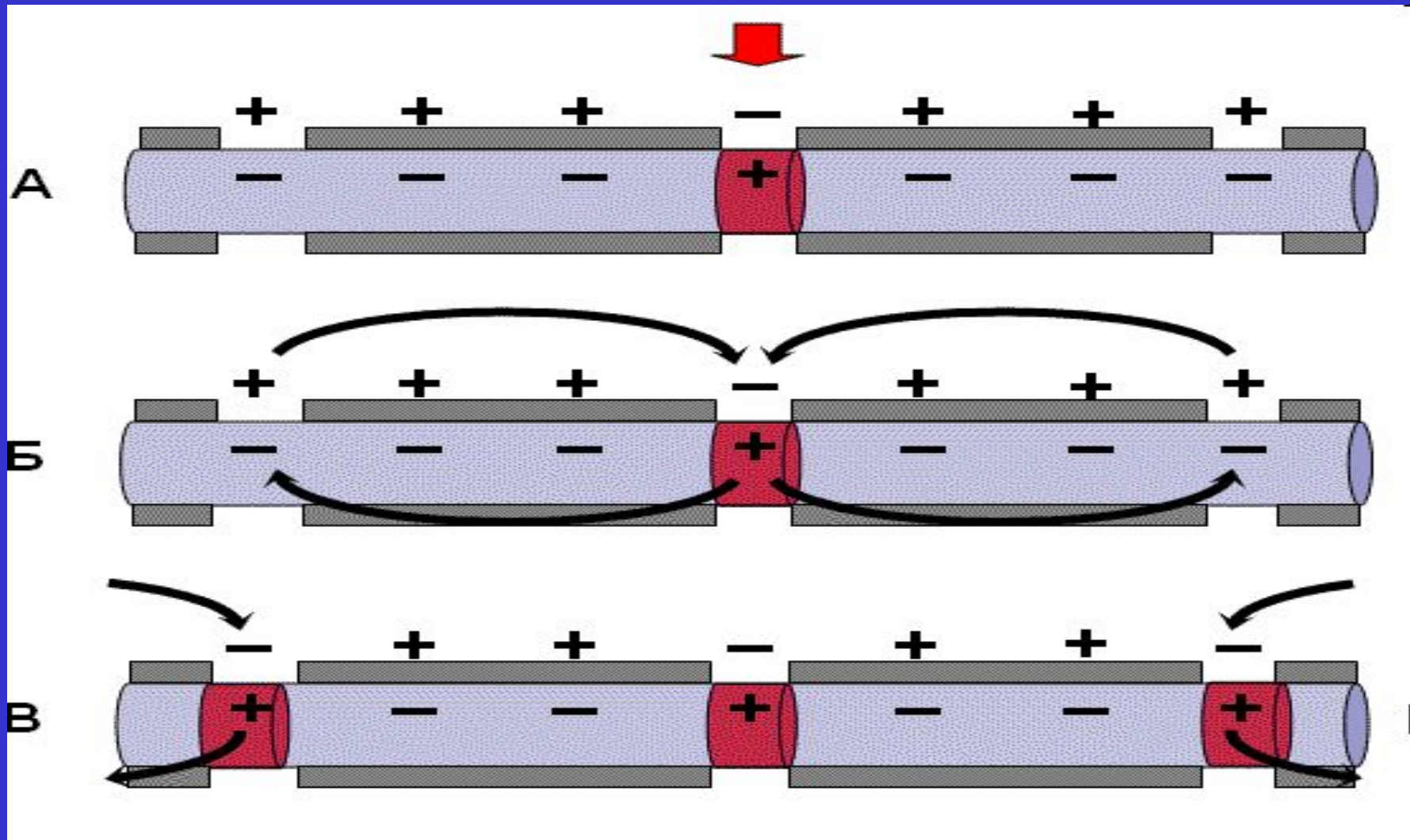


Нерв талшықтарымен импульстың таралуы

- А — миелинсіз талшық
- Б — миелинді талшық (сальтаторлы).

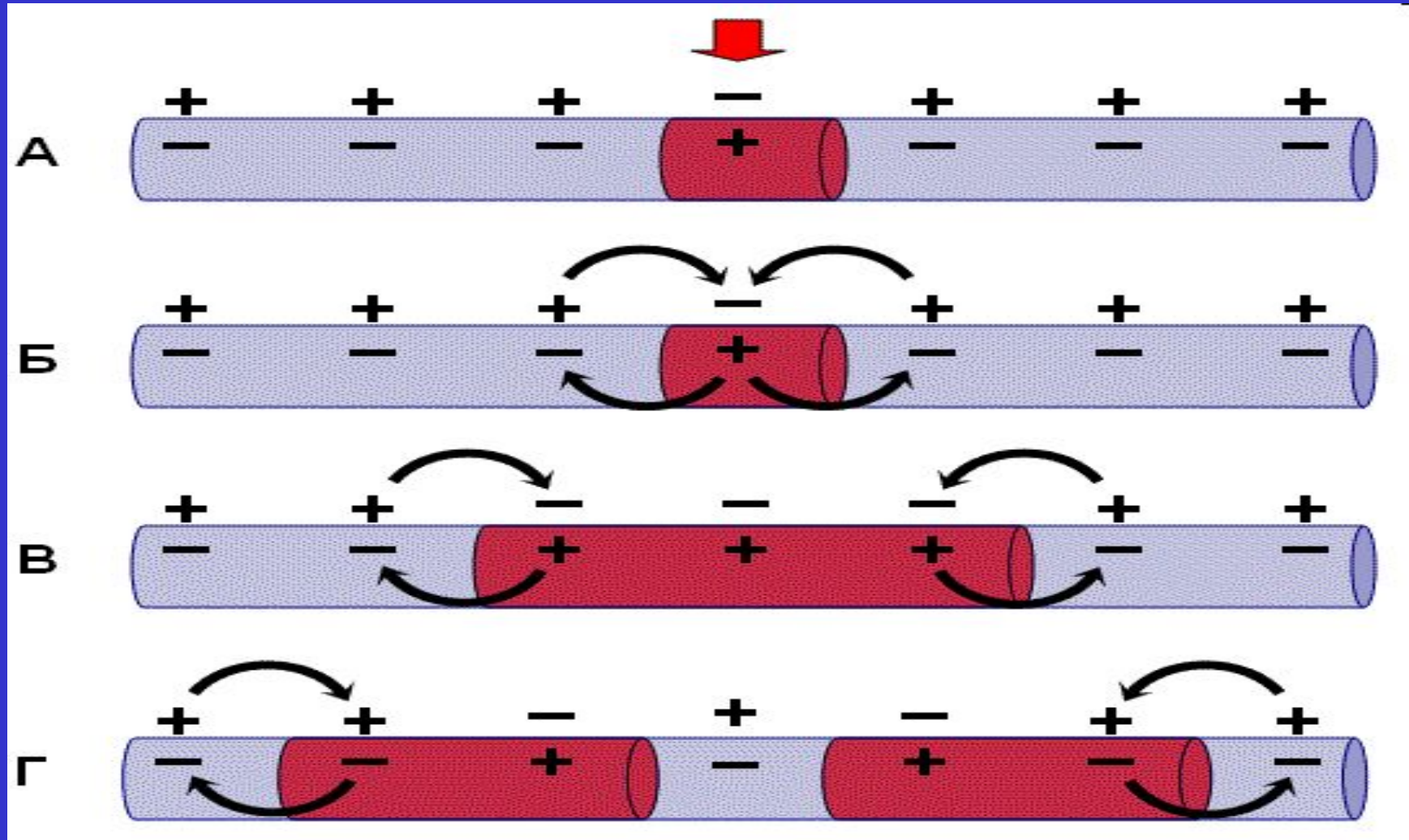
Миелинді нерв талшықтарында қозу үрдісі тек Ранвье үзілісінде ғана пайда болады. Қозу бір Ранвье үзілісінен екіншісіне секіріп өтеді. (сальтаторлық)

Миелінді нерв талшықтарымен нерв импульсының таралу механизмі

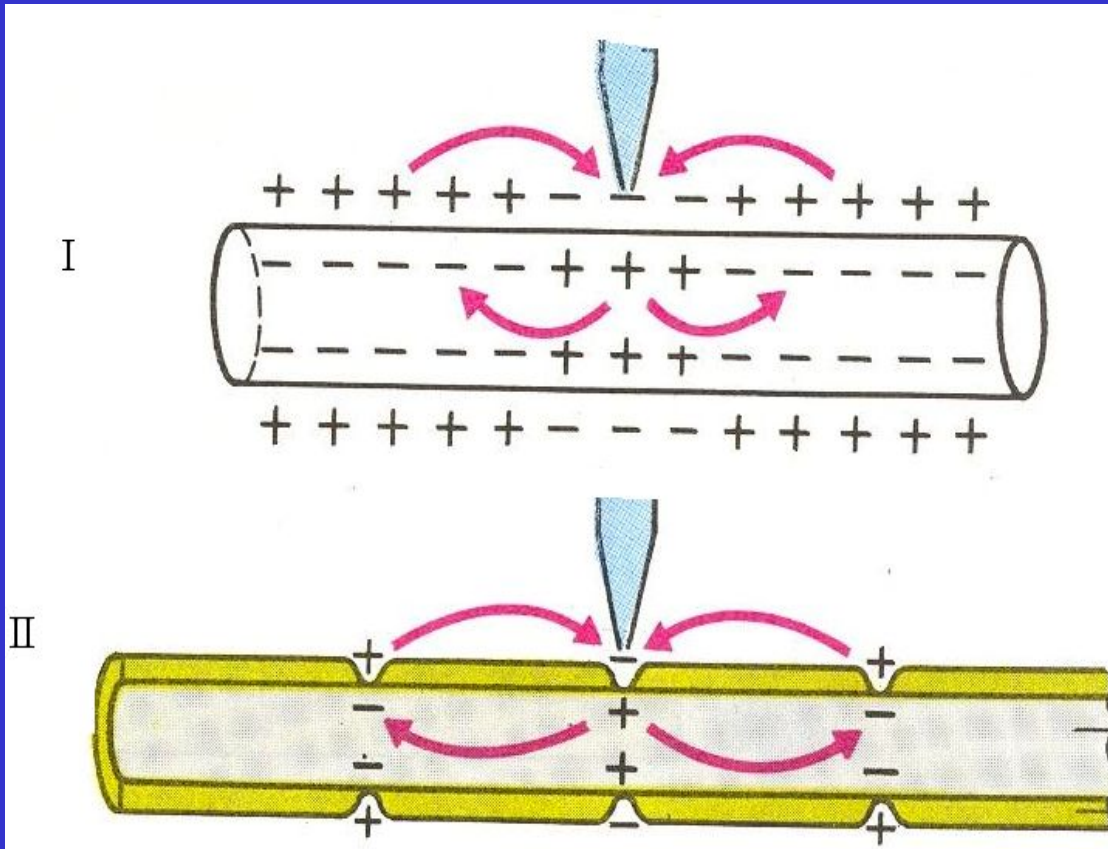


- Миелинсіз нерв талшықтарында тығыз майлы қабықтар болмайды, оларда қозу үздіксіз және өте жай өтеді.

Миелінсіз нерв талшықтарымен импульстың таралу механизмі



Нерв талшығы бойымен қозудың таралуы механизмі



***I. Миелінсіз нерв талшығы;
- қозу үздіксіз түрде таралады.***

***II. Миелінді нерв талшығы.
- қозу секірмелі түрде (сальтаторлы)
таралады.***

Әдебиеттер:

- 1. Тиманюк В.А., Животова Е.Н. Биофизика, Киев, 2004ж. 388- 397 беттер
- 2. А.Н. Ремизов «Медицинская и биологическая физика» М. Дрофа, 2004ж. 207-221 беттер
- 3. Самойлов В.О. Медицинская биофизика, С-П, 2007ж. 276- 281беттер
- 4. Антонов В.Ф. Биофизика, М., 2006 ж.

Бақылау сұрақтары (кері байланыс):

- ✓ Әрекет потенциалының пайда болуының механизмі қандай?
- ✓ Әрекет потенциалын генерациялау механизмі қандай?
- ✓ Әрекет потенциалы нерв талшықтары арқылы қалай таралады?