

kisZH (2013.02.28)

1. Mik az okai a relatív refraktált periódusnak?

RRP: csak erős inger kelt akciós potenciált

- nem egyszerre tévissza az összes Na csatorna az inaktivációból, nagyobb inger kell, hogy a kevesebb számú nyugalmi állapotban levő csatornából az inger elegendő számút aktiváljon az akciós potenciál kiváltásához.
- Mivel a K csatorna még nyitva van, a sejt hiperpolarizált, így nagyobb inger kell a Na csatorna küszöb eléréséhez.

2. -80 mV membránpotenciál, Cl^- permeabilitása megnő, mi történik(hiper- vagy depolarizáció)?

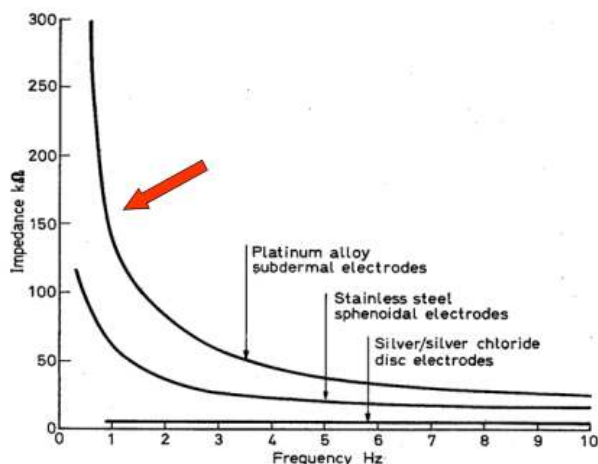
depolarizáció

Magyarázat: Szélesre nyitott ioncsatornák az adott ion equilibrium potenciálja (Cl^- esetén $V_k = -74$ mV, ez azt jelenti, hogy ha csak ez a csatorna működne, akkor ennyi az egyensúlyi potenciál) felé húzzák el a membrán potenciált.

-80 mV a membrán potenciál -- Cl^- V_k -ja -74 mV --> + irányba tolja el -> kevésbé lesz negatív a membrán potenciál -> depolarizáció

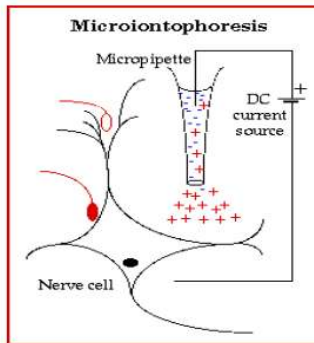
kisZH (2013.03.07)

1. Az elektród impedancia frekvencia függése (diagramm)?



Polározó fémelektrodok (pl. Platinum) magas frekvencián jól vezetnek, de alacsony frekvencián hirtelen megugrik az impedanciájuk és egyre magasabb lesz -> egyszerű fémelektroddal alacsony frekvenciájú bioelektromos jelet NEM lehet elvezetni, mert torzítja a jelet. Arra a nem polározó elektród pl. ezüst/ezüstklorid elektród alkalmas, mert ott az elektródpotenciál állandó, nem alakul ki kapacitív jelleg és így képed átvinni a DC jelet is.

2. Mikroiontoforézis?



Alacsony frekvenciájú (DC) egyenáram hatására az azonos töltésű ionok távoznak az üvegkapilláris mikroelektrodból így különböző (pl. transzmitter vagy moderátor; attól függően, hogy milyen polaritású áramot engedünk át illetve hány üvegkapillárisból áll a rendszer) ionokat tudunk bejuttatni a vizsgálni kívánt idegsejtek közelébe. (Elektrodon x polaritású áram -> elektrod köré gyűlik y töltésű ionok -> kitaszítja x töltésű ionokat)

kisZH (2013.03.14)

1. Jellemezd a Patch-clamp elvezetési technikát!

- kevésbé hegyes mikropipetta, hegy <1 mikrométer
- kisebb elektróda ellenállás
- a sejtet rászívják az elektródára
- nagy szigetelési ellenállás (GOhm seal)
- kicsi szívógó áram az elektróda mellett
- élő preparátumban nem jól használható
- mélyen fekvő sejteket nem lehet érni
- általában agyszeleteken, vagy sejt kultúrákon
- egyes sejtek, sejt régiók célzottan elvezethetők
- membrán potenciál, membrán áram mérések
- konstans áram injekció, konstans membrán feszültség -> current clamp, voltage clamp
- csatorna áramok mérésére kiválóan alkalmas
- egyes ioncsatorna mérésekre alkalmas

2. Extracelluláris elvezetés előnyei- hátrányai:

- Technikailag egyszerűbb
- De nagyon kicsi a jel amplitúdója (10-500uV)
- Kis elektromos zajú erősítők kellenek
- Sok csatornán (10-200) lehet elvezetni
- Szabadon mozgó állatokban is használható
- Sejten belüli folyamatokat közvetlenül nem méri

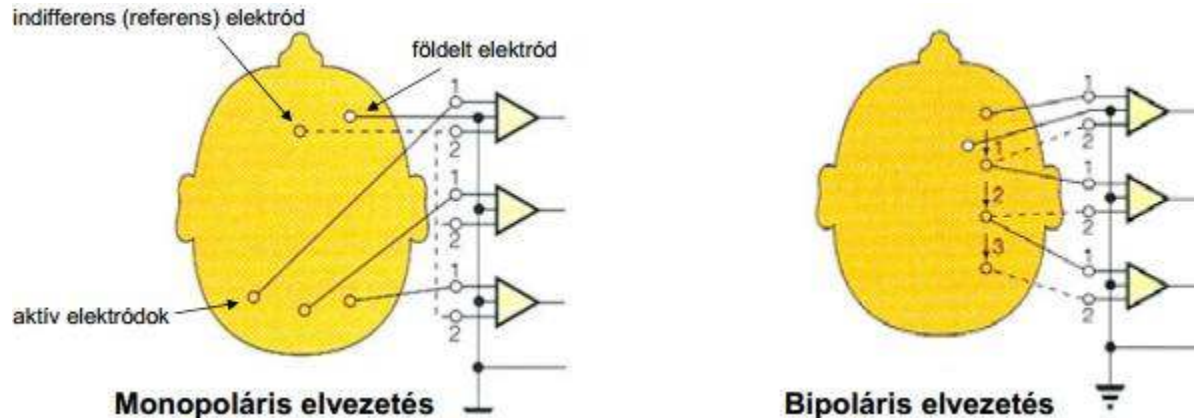
kisZH (2013.03.21)

1. Spontán emberi EEG frekvenciatartományai:

- delta sáv: 4 Hz alatt
- theta sáv: 4-8 Hz

- alfa sáv: 8-13 Hz (Berger ritmus)
- béta sáv: 13 Hz felett
- gamma sáv: > 25-30 Hz
- + lassú alvási oszcilláció (4. fázisban akár <1Hz)

2. EEG elvezetési típusok: monopoláris és bipoláris elvezetés?



- Monopoláris: Egy referens elektród van és minden mérő elektródot ahhoz viszonyítunk (viszonyítunk= a köztük lévő potenciálkülönbséget mérjük)
- Bipoláris: Minden mérőelektródnak a szomszéd mérőelektród szolgál referens elektródként

Félévközi ZH (2012.04.19)

I. Esszé kérdések:

1. Írja be az EEG frekvenciatartományainak értékeit. (2p)

Delta	1-4 Hz
Theta	4-8 Hz
Alfa	8-13 Hz
Béta	13-25 Hz
Gamma	25< Hz

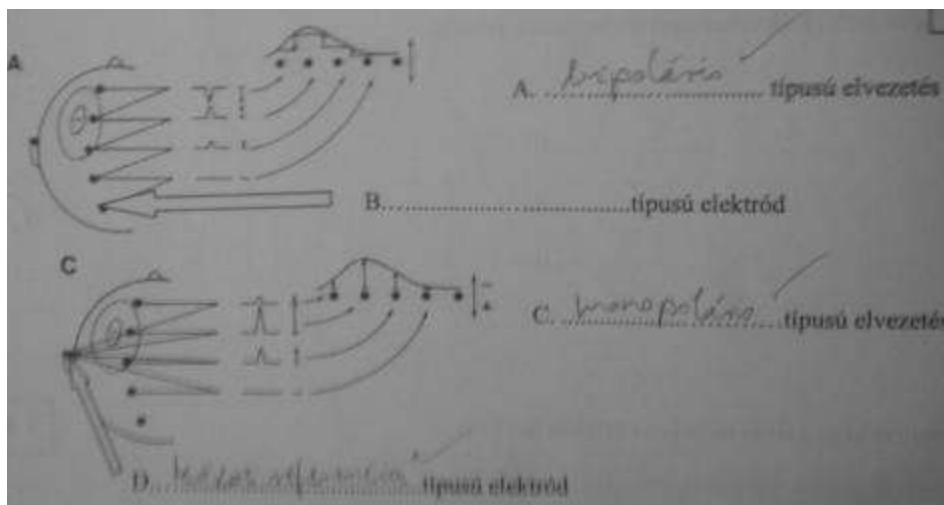
2. Egészítse ki az alábbi mondatot értelemszerűen! (2p)

A mikroinontoforézis alkalmazásakor **üvegkapilláris mikro** elektródon keresztül **+ vagy - (DC=egyen)** árammal **+ vagy - (az árammal azonos töltésű)** ionokat juttatunk az idegsejtek közelébe.

3. Sorolja fel milyen típusú ioncsatornákat (4) ismerünk, jellemezze azokat! (3p)

- passzív csatorna: passzív transzport, energiát nem igényel
- (transzporter vagy) pumpa: aktív transzport, energiát igényel (ATP->ADP)
- ligand vezérelt ioncsatorna: kapu konformációs változáson megy keresztül, ha a ligand bekötődik, így nyílik ki
- feszültség vezérelt ioncsatorna: ligand=feszültségváltozás

4. Egészítse ki az ábraszöveget (A-D) és válaszolja meg az alábbi kérdést (E)! (2p)



- A. bipoláris típusú elvezetés
 B. ?indifferens? típusú elektród
 C. monopoláris típusú elvezetés
 D. közös referencia típusú elektród

E. Írja le mi a különbség a két elvezetési típus között!

Mindig két elektród közötti potenciál-különbséget mérünk.

Bipoláris elvezetésnél mindkét elektród aktív felületen vagy szövetben helyezkedik el, Monopoláris (unipoláris) elvezetésnél csak az egyik elektróda van aktív szövetben, a másik "indiferens", nem aktív (0 potenciálú) helyen van.

5. Mit jelent az "egyensúlyi (equilibrium) potenciál", mi a jelentősége? (3p)

Egyensúlyban a diffúziós és elektromos hajtóerők kiegyenlítik egymást, és nem folyik áram a membránon keresztül. Minden membránon át mozgó ionra (Na^+ , K^+ , Cl^-) kiszámítható, ilyenkor feltételezzük, hogy a membrán csak az adott ionra permeábilis, az egyensúlyi potenciál az adott ion intra- és extracelluláris ionkoncentrációjától függ.

V_k = equilibrium/egyensúlyi potenciál

F = Faraday konstans [$9.649 \times 10^4 \text{ C/mol}$]

T = abszolút hőmérséklet [K]

R = gázállandó [$8.314 \text{ J/(mol}\cdot\text{K)}$]

z_k = valencia

$c_{i,k}$ = intracell koncentráció

$c_{e,k}$ = extracell koncentráció

Nernst egyenlet

$$V_k = -\frac{RT}{z_k F} \ln \frac{c_{i,k}}{c_{e,k}}$$

6. Nevezze meg a rövidítések alapján az alábbi elektrofiziológiai terminusokat! (2p)

- a. MUA multi unit activity
 b. IPSP inhibitory post szinaptikus potenciál
 c. ECoG elektrokortikogramm

- d. τ $\tau = R \cdot C$ membránidőállandó
- e. V_m membránpotenciál
- f. EPSP excitatory post szinaptikus potenciál
- g. ERP event related potential
- h. EP kiváltott (evoked) potential

7. Mit tesz lehetővé, hogy “steady state response” objektív audiometriánál a két fülbe egyszerre adhassuk a különböző frekvenciájú hangokat, és párhuzamosan mérhessük azok hallásküszöbét? (3p)

A teljes hallórendszer (cochlea, hallópályák, thalamikus előfeldolgozók, hallókéreg) épségének vizsgálatát. Olyan pácienseknél is, akik nem képesek reagálni (pl. csecsemők, kómában lévők), hiszen az objektív audiometriánál nincs szükség a páciens szubjektíven megfogalmazott visszajelzésére.

8. Hogyan határozza meg az agykérgi ekvivalens dipólok elhelyezkedése az EEG potenciálmezők eloszlását a skalpon? (3p)

Ezt mi még nem tanultuk

II.

1. Ki vezetett el először agyi bioelektromos jeleket?

- A Richard Caton
- B Johannes Müller
- C Hans Berger -> először vezetett el agyi bioelektromos jelet emberről
- D H. von Helmholtz -> Müller tanítványa, megméri a béka ideg vezetési sebességét

2. Melyik igaz az akciós potenciál terjedésére?

- A Csak egy irányban történhet
- B velőshüvellyel rendelkező rostok esetén a Ranvier-befűződések között ugrál
- C az axon vége felé kisebb az amplitúdója
- D minél messzebb vannak egymástól a Ranvier-befűződések, annál lassabb

3. Melyik esetben hiperpolarozódik a membránpotenciál?

- A A Na-ion extracelluláris koncentrációja megnő
- B a K-ion permeabilitása megnő
- C a K-ion extracelluláris koncentrációja megnő
- D a Na-ion permeabilitása megnő

4. Az abszolút refrakter stádium okai:

- A Nem egyszerre tér vissza az összes Na csatorna az inaktivációból
- B A depolarizációs fázisban nem tud több Na csatorna aktiválódni
- C Nyitva vannak a K csatornák
- D Egyik állítás sem igaz

5. Nerst equilibriumban legyen az intracelluláris K ion koncentráció 100 mmol/l, az extracelluláris K ion koncentráció 10 mmol/l. A kialakuló egyensúlyi potenciál:

- A 61 mV
- B -10 mV
- C 10 mV
- D -61 mV ($= -61 \cdot \ln(100/10)$)

6. Depolarizáció esetén a sejt membránpotenciálja a nyugalmi potenciálhoz képest:

- A pozitívabb
- B negatívabb
- C változatlan

7. A felsorolt elektródok közül melyiknek a legjobb az átviteli karakterisztikája?

- A platina
- B réz
- C rozsdamentes acél
- D ezüst/ezüstklorid

8. A fém mikroelektród impedanciája

- A nagyobb frekvenciájú jelekkel szemben nagyobb
- B kisebb frekvenciájú jelekkel szemben nagyobb
- C mind kis, mind nagy frekvenciájú jelek esetén nő
- D az elvezetett jel frekvenciájától nem függ
- E csak az erősítő paramétereitől függ

9. Az EEG deszinkronizációjakor:

- A a hullámok amplitúdója nő
- B az aktivitás feszültsége csökken
- C az elektromos tevékenység frekvenciája csökken
- D a fentiek egyike sem igaz

10. Mi határozza meg leginkább az elektród impedanciáját?

- A az elektródon átfolyó áram nagysága
- B az erősítő elektromos jellemzői
- C a bioelektromos jel nagysága
- D az elektród mérete és anyaga

11. A Na⁺ permeabilitás növelésével a membrán

- A hiperpolarizálódik
- B depolarizálódik
- C nem változik

12. A nem polarizálható elektródok jellemzője:

- A az áram tölti vagy kisüti a kettősréteget

- B az áram feszültség karakterisztikája nem lineáris
- C egyenáram esetén ellenállásként működik
- D az áthaladó áram nagysága függ a kettősréteg tulajdonságaitól

13. Mit jelent az elsőfajú vezető?

- A olyan anyag, ahol az elektron elmozdulása hozza létre az áramot
- B olyan anyag, ahol a proton elmozdulása hozza létre az áramot
- C olyan anyag, ahol töltéssel bíró részecskék (ionok) elmozdulása hozza létre az áramot
- D olyan anyag, ahol a foton elmozdulása hozza létre az áramot

14. Melyik NEM igaz az aktív transzportra?

- A energiát igényel
- B a Na⁺/K⁺ pumpa is így működik
- C a molekulák koncentrációkülönbsége határozza meg, hogy milyen irányban áramolnak
- D ATP átalakításával működik

15. Egyetlen idegrost nagyobb ingerárammal történő ingerlése esetén:

- A nagyobb az akciós potenciál amplitúdója
- B nagyobb az akciós potenciál időtartalma
- C hamarabb alakul ki az akciós potenciál
- D gyorsabban terjed az akciós potenciál
- E egyik sem igaz

16. Mit NEM tudunk mérni extracelluláris elvezetéssel?

- A mezőpotenciált
- B multiunit aktivitást
- C egy sejt aktivitását
- D egy ioncsatorna aktivitását

17. Az akciós potenciál terjedési sebessége

- A 50000 m/s
- B 10000 m/s
- C 1000 m/s
- D 0.1-120 m/s

18. A küszöb alatti membránpotenciál terjedési sebessége

- A 50000 m/s
- B 10000 m/s
- C 1000 m/s
- D 0.1-120 m/s

19. Melyik elektród típus alkalmas intracelluláris elvezetésre?

- A üvegkapilláris mikroelektród
- B szigetelt vékony fémhuzal

- C hegyezett fém elektród, lakk szigeteléssel
- D szénszál, üvegkapilláris szigeteléssel

20. Hogyan jelölik EEG-elvezetés során, ha az elektróda a bal félteke fölött helyezkedik el?

- A B betűvel
- B L betűvel
- C **Páratlan számmal**
- D Páros számmal

21. Az alfa tevékenységre jellemző idős korban

- A **frekvenciája csökken**
- B frekvenciája nő
- C amplitúdója nő
- D nem változik a korrall

22. A küszöb alatti membránpotenciálra NEM igaz, hogy

- A különböző fokozatok lehetségesek
- B térben szummálódik
- C időben szummálódik
- D **veszteség nélkül vezetődik**

23. Mit jelent az EEG-elvezetés során használt nemzetközi 10-20-as rendszer?

- A a fejre 10 vagy 20 elektródát ehlyeznek
- B **az elektródákat egymástól olyan távolságra helyezik, ami a fej kerületének 10, illetve 20%-a**
- C a 10-zel kezdődő számozású elektródák a bal oldalon, a 20-szal kezdődőek a jobb oldalon helyezkednek el
- D a fejet felosztják 10 részre, melyekre összesen 20 elektródát helyeznek fel, a megfelelő százalékos elosztásban

24. Miért használnak EEG-nél lyukszűrőt Európában 50 Hz-en, az USA-ban 60 HZ-en?

- A a szívdobogás frekvenciája miatt, ami műterméket okozhat
- B az eltérő EEG-elvezetési szabványok miatt
- C az eltérő elektródák miatt, melyek rezgési frekvenciája műterméket okoz, de különbözik a két kontinensen
- D **a hálózati váltóáram frekvenciája miatt, ami csúnya műterméket okoz, de különböző a két kontinensen**

25. Melyik állítás NEM igaz?

- A depolarizáció hatására a membránpotenciál közelebb kerül az akciós potenciál küszöbéhez
- B **hiperpolarizáció hatására a membrán kevésbé polarizált állapotba kerül**
- C depolarizáció hatására a membrán kevésbé polarizált állapotba kerül

D hiperpolarizáció hatására a membránpotenciál távolodik a Na⁺ reverzpotenciáljától

26. Mi jellemző az aktív EEG elektródra?

- A elektródát aktív agyi terület fölé helyezik
- B nagyobb frekvenciájú jelek elvezetésére alkalmas
- C az előerősítő első fokozata az elektródban van
- D egyenáramot vezetnek át az elektródon

27. Miben jelent segítséget a differenciálerősítő?

- A kiszűri a biológiai artefaktorokat
- B közös módusú zajelnyomás
- C ellenkező módusú zajelnyomás
- D megakadályozza a földhurok kialakulását

28. A kiváltott potenciálok átlagolásakor:

- A az akciós potenciálokat elválasztjuk a szinaptikus potenciáloktól
- B a kiváltó ingerrel kötött idői kapcsolatban lévő komponensek kiemelése történik a háttéraktivitásból
- C a háttéraktivitás feszültségét a kiváltott potenciálokhoz közelíti
- D elkülöníti a gátló és izgalmi szinaptikus potenciálokat

29. Az agytörzsi akusztikus potenciálok egyes hullámai:

- A szelektív figyelmi folyamatokkal függenek össze
- B jól korrelálnak az éberségi szinttel
- C az ingerlokalizáció folyamatát tükrözik
- D az akusztikus pálya egyes szakaszainak aktivitásával kapcsolatosak

30. Milyen latenciatartományban jelentkeznek jellemzően az alábbi eseményhez-kötött potenciál komponensek?

- | | |
|---|---|
| aktív oddball paradigmában jelentkező pozitív komponens | B |
| akusztikus agytörzsi kiváltott potenciál | F |
| akusztikus N1 komponens | C |
| szematikus anomália esetén jelentkező negatív komponens | A |

- A 400-600 ms
- B 300-500 ms
- C 100-150 ms
- D 50-70 ms
- E 10-50 ms
- F 1-8 ms
- G 0-1 ms

III.

A. a,b és c igaz

- B. a és c igaz
- C. b és d igaz
- D. d válasz igaz
- E. b,d és e igaz

1. A CSD-re jellemző: E

- a. intracellulárisan regisztrált membránpotenciálokból számítjuk ki
- b. transzmembrán áramok összege egy adott térrész minden neuronjain
- c. az adott térben lévő idegsejtek akciós potenciáljainka összeadódása hozza létre
- d. a pozitív és negatív áramok kioltathatják egymást, ezért makroszintű analízis
- e. a lokális mezőpotenciálok második térbeli deriváltja

2. Az idegsejt membrán foszfolipid kettősrétege: C

- a. a vizet nem eresztí át
- b. jó elektromos szigetelő
- c. az ionokat átteresztí
- d. az ionokat nem eresztí át

3. Az akciós potenciálra jellemző: B

- a. Minden vagy semmi elve
- b. Amplitúdó veszteséggel terjed
- c. Refrakter periódus jellemzi
- d. Szummálódik

4. A szinaptikus folyamatra jellemző: B

- a. A PSP-k elektrotónusos terjedése azt jelenti, hogy a terjedés analóg, gyors és veszteséges
- b. Kizárólag időbeli szummációról beszélhetünk
- c. Preszinaptikus készülék (axon terminális): AP > Ca beáramlás > transzmitter ürülés
- d. EPSP: Cl csatorna (GABA) > Cl beáramlás > depolarizáció > AP valószínűségét növeli

5. Az abszolút refrakter periódusra jellemző: A

- a. a depolarizációs fázisban nem tud több Na csatorna aktiválódni
- b. a sejt nem tud akciós potenciált generálni erős ingerre sem
- c. a repolarizációs fázisban a Na csatornák inaktívvá válnak
- d. nem tud több K csatorna aktiválódni

6. A következő egyensúlyi potenciálok és nyugalmi potenciál esetén: $V_K = -80\text{mV}$, $V_{Na} = 80\text{mV}$, $V_{Cl} = -70\text{mV}$, $V_r = -75\text{mV}$ teljesen kinyitjuk a Cl csatornát. A membrán: C

- a. hiperpolarizálódik
- b. depolarizálódik
- c. potenciálja távolodik a Cl egyensúlyi potenciáljától
- d. potenciálja közeledik a Cl egyensúlyi potenciáljához

7. A membrán csatornák: B

- a. ionok számára átjárhatóak
- b. hosszú szénláncú szénhidrátok
- c. transzmembrán fehérjék
- d. perifériás fehérjék

8. Melyik igaz? C

- a. Az elsőfokú vezető az az anyag, ahol töltéssel bíró részecskék (ionok) elmozdulása hozza létre az áramot
- b. Elektród potenciál az elektronok potenciális energiája az elektródon
- c. Intracelluláris elvezetésre lakkszigetelésű hegyezett fém mikroelektrodot használhatunk
- d. Nempolarizódó elektród esetében a fém saját sójával érintkezik és a só anionjait tartalmazó oldatba merül

9. Hiperpolarizáció esetén a sejt membránpotenciálja a nyugalmi potenciálhoz képest: B

- a. kisebb
- b. nagyobb
- c. negatívabb
- d. pozitívabb

10. Az akciós potenciál repolarizációs fázisában: C

- a. a Na csatornák aktiválódnak
- b. a Na csatornák inaktiválódnak
- c. K áramlik a sejtbe
- d. K áramlik ki a sejtől

11. Az extracelluláris sejtválogatás alapja D

- a. relatív refrakter periódus
- b. az abszolút refrakter periódus
- c. az EPSP
- d. a sejtek térbeli pozíciója

12. Melyik igaz? D

- a. Típusos alfa ritmust regisztrálhatunk EEG-elvezetésnél a homloklebeny felett
- b. Egészséges egyénnél az EEG a kér félteke felett eltérő
- c. A lassú hullámú alvás negyedik stádiumában nagy amplitúdójú theta hullámokat regisztrálhatunk
- d. Az egészséges egyén EEG aktivitása 10-500 μ V-os amplitúdó tartományba esik

13. A feszültségvezérelt ioncsatornák elhelyezkedése a neuronon: D

- a. a dendriteken vannak
- b. a dendriteken és az axondombon vannak
- c. a sejttesten és az axondombon vannak
- d. az axondombon vannak

- e. a sejttesten vannak

14. A felsoroltak közül mely elektródo(ka)t használják emberi EEG elvezetésére? C

- a. elektródháló
- b. elektródsapka
- c. tetród
- d. Ag/AgCl elektród
- e. fém mikroelektród

15. Melyik igaz? D

- a. Ingerintenzitás növelésekor az agytörzsi válasz latenciája nő, amplitúdója csökken
- b. Ingerintenzitás növelésekor az agytörzsi válasz latenciája és amplitúdója egyaránt csökken
- c. Ingerintenzitás növelésekor az agytörzsi válasz latenciája és amplitúdója egyaránt nő
- d. Ingerintenzitás növelésekor az agytörzsi válasz latenciája csökken, amplitúdója nő

ZH 1 Összefoglaló

1. előadás. 02.14.:

- Jan Swammerdam: azt tapasztalta, hogy az ideg mozgatására szolgáló ezüst drót és a réz hurok érintkezése ingerli az ideg-izom készítményt
- H. von Helmholtz : Müller tanítványa, megméri a béka ideg vezetési sebességét
- Eduard Hitzig + GustavTheodor Fritsch: az agykéreg elektromos ingerlése
- Richard Katon: először vezet el bioelektromos jelet nyúl és majom agykérgéről
- Hans Berger : először vezetett el agyi bioelektromos jelet emberről

Kérdések:

- Választósok: 1.

2. előadás. 02.21.:

- Sejtmembrán szerkezete: foszfolipid kettős réteg, ioncsatornák, membránfehérjék (perifériás, transzmembrán)
- Ioncsatorna típusok:
 - passzív csatorna: passzív transzport, energiát nem igényel
 - (transzporter vagy) pumpa: aktív transzport, energiát igényel (ATP->ADP)
 - ligand vezérelt ioncsatorna: kapu konformációs változáson megy keresztül, ha a ligand bekötődik, így nyílik ki.
A dendriten és szómán lévő szinapszisokban vesznek részt.
 - feszültség vezérelt ioncsatorna: ligand=feszültségváltozás, vagyis a kapu a membrán két oldala közötti potenciálkülönbség változásának hatására nyílik
küszöbfeszültség elérése esetén
Ilyen típusú csatornák a neuron axonján és annak iniciális szegletén (axondomb) helyezkednek el nagy számban (szómán és dendriten nem)
- Egyensúlyi membránpotenciál (V_K):
Egyensúlyban a diffúziós (nagy koncentrációjú térből -> kis koncentrációjú térbe) és elektromos (ellentétes töltések vonzzák egymást) hajtóerők kiegyenlítik egymást, és nem folyik áram a membránon keresztül.

Minden membránon át mozgó ionra (Na⁺, K⁺, Cl⁻) kiszámítható, ilyenkor feltételezzük, hogy a membrán csak az adott ionra permeábilis.

Az egyensúlyi potenciál az adott ion intra- és extracelluláris ionkoncentrációjától függ. (Nerst egyenlet)

V_k = equilibrium/egyensúlyi potenciál

F = Faraday konstans [$9.649 \times 10^4 \text{ C/mol}$]

T = abszolút hőmérséklet [K]

R = gázállandó [$8.314 \text{ J/(mol}\cdot\text{K)}$]

z_k = valencia

$c_{i,k}$ = intracell koncentráció

$c_{e,k}$ = extracell koncentráció

Nernst egyenlet

$$V_k = \frac{RT}{z_k F} \ln \frac{c_{i,k}}{c_{e,k}}$$

ion	intra [mmol/l]	extra [mmol/l]	V_k
Na ⁺	15	150	+61 mV
K ⁺	120	5	-84.19 mV
Cl ⁻	7.5	125	-74.53 mV

- **Nyugalmi membránpotenciál (V_R):**
Igazi sejten a V_R -t az ionkoncentráció különbségek és az ioncsatorna permeabilitások határozzák meg (Goldman egyenlet). Ez az intra- és extracelluláris oldalak közötti potenciálkülönbség.
Legfontosabb mobilis ionok a Na, K és a Cl, intracell sok A és K, extracell sok Na és Cl, K permeabilitása > Cl permeabilitása > Na permeabilitása. Az ionok dinamikus egyensúlyban vannak, nem teljesül az equilibrium, a csatornák szivárognak. $V_R = -61 \text{ mV}$
- A membránpotenciál (V_M) változásai:
 - Változások 2 fajtája:
 - **deperpolarizáció:** $V_M > V_R$, nyugalmi membránpotenciálhoz képest a membránpotenciál értéke megnő (kevésbé negatívabbá válik)
 - **hiperpolarizáció:** $V_M < V_R$, nyugalmi membránpotenciálhoz képest a membránpotenciál értéke csökken (negatívabbá válik)
 - Ionkoncentrációváltozás hatásai:
Extracell Na és K koncentráció növelése depolarizál, csökkentése hiperpolarizál (Cl ellenkező)
 - **Permeabilitásváltozás hatásai:**
Szélesre nyitott ioncsatornák az adott ion equilibrium potenciálja felé húzzák el a membrán potenciált. Pl.: PNa növelése depolarizál (Na beáramlás), PK növelése hiperpolarizál (K kiáramlás), PCl növelése hiperpolarizál vagy depolarizál attól függően, hogy mekkora a Cl equilibrium potenciálja
- Szinaptikus kommunikáció (kémiai):
 - A szinaptikus vezikulák a preszinaptikus terminálban várakoznak
 - AP megérkezik a végkészülékhez
 - Ca áramlik be a preszinaptikus membránon

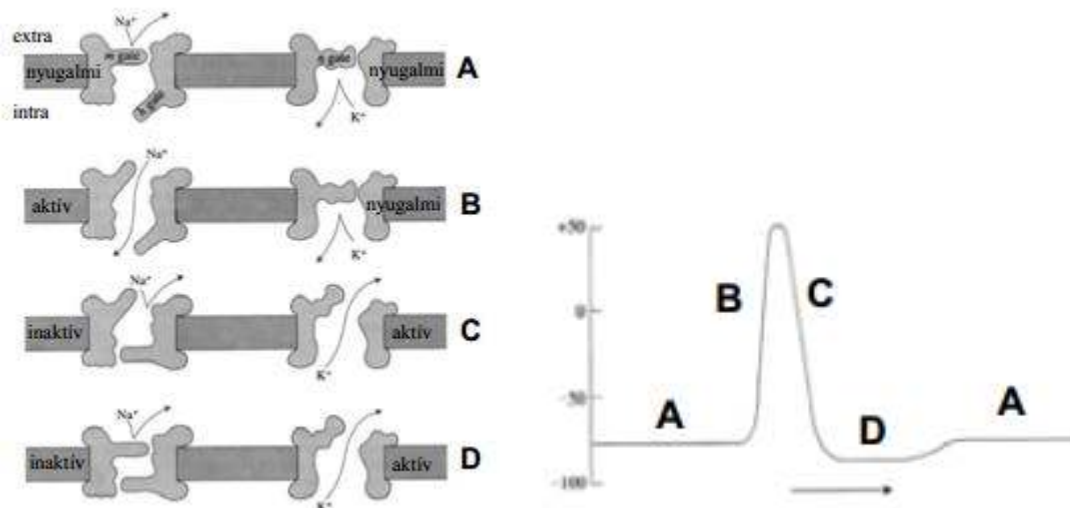
- Ez megindítja az exocitózist
- A szinaptikus vezikula kiürül
- A neurotranszmitter bekerül a szinaptikus részbe
- A neurotranszmitter a receptorra diffundál
- Az ioncsatorna kinyit
- Posztszinaptikus potenciál keletkezik a posztszinaptikus membránon
- A neurotranszmitter lebontásra-visszavételre kerül
- **Küszöb alatti membránpotenciál** (posztszinaptikus potenciálok):
 - fokozatok lehetségesek
 - szummálódik (térben és időben is)
 - nagysága a távolsággal csökken
 - vezetési sebesség sejtben **50 000 m/s**
 - lehet serkentő vagy gátló típusú:
 - **Serkentő (excitátoros) PSP (EPSP):**
 - Vm depolarizálódik ($V_m > V_R$)
 - AP (kiváltódásának) valószínűsége nő
 - Neurotranszmittere: Depolarizál, Na (K) csatornát nyit, pl.: Glutamát, Ach stb...
 - posztszinaptikus receptorai: AMPA, kainát (ionotróp)
 - **Gátló (inhibítoros) PSP (IPSP):**
 - Vm hiperpolarizálódik
 - AP (kiváltódásának) valószínűsége csökken
 - Neurotranszmittere: Hiperpolarizál, Cl csatornát nyit, GABA (gamma-amino vajsav)
 - posztszinaptikus receptorai: GABAA, GABAB
- Akciós potenciál:

Ha sok küszöb alatti membránpotenciál összeadódik és így eléri a küszöbpotenciál értékét, akkor akcióspotenciál alakul ki.

Jellemzői:

 - axondombon és axonon váltható ki, mert itt vannak feszültség függő csatornák
 - minden vagy semmi elve érvényesül
 - nem szummálódik
 - amplitúdó veszteség nélkül vezetődik
 - **vezetési sebesség: 0.1-100 m/s**

Szakaszai:



- A: Nyugalmi fázis:
 - csatornák, membrán nyugalmi állapotban
 - $V_m = V_r$
- B: Depolarizációs fázis:
 - V_m meghaladja a Na csatorna nyitási küszöbét
 - Na csatorna azonnal kinyit, Na áramlik be a sejtbe
 - V_m depolarizálódik
 - K csatorna még zárva van, K áram nem folyik
- C: Repolarizációs fázis:
 - Na csatorna inaktiváció, Na áram megszűnik
 - K csatorna kinyit, K áramlik ki a sejtből
 - V_m repolarizálódik
- D: Utóhiperpolarizációs fázis (AHP):
 - Na csatorna inaktív, nyugalmi állapothoz közelít, Na áram nincs
 - K csatorna továbbra is aktív marad, K áramlik ki a sejtől
 - V_m hiperpolarizálódik

Refrakter periódusok:

Mikor a sejt a szokásos ingerléssel ingerületbe nem hozható, akciós potenciál nem keletkezik. Célja, hogy ne lehessen túlszerezni a sejtet.

- **Abszolút Refrakter Periódus (ARP):** semekkora inger nem hozza a sejtet ingerületbe.
 - Okai:
 - A depolarizációs fázisban nem tud több Na csatorna aktiválódni.
 - A repolarizációs fázisban a Na csatornák inaktívvá válnak, a feszültség szenzornak idő kell az újbóli nyugalmi állapot elérésére, ez alatt az idő alatt nem nyitja a csatornát.
- **Relatív Refrakter Periódus (RRP):** csak erős inger kelt akciós potenciált.
 - Okai:

- Nem egyszerre tér vissza az összes Na csatorna az inaktivációból, nagyobb inger kell, hogy a kevesebb számú nyugalmi állapotban lévő csatornából az inger elegendő számút aktiváljon az akciós potenciál kiváltásához.
- Mivel a K csatorna még nyitva van, a sejt hiperpolarizált, így nagyobb inger kell a Na csatorna küszöb eléréséhez.

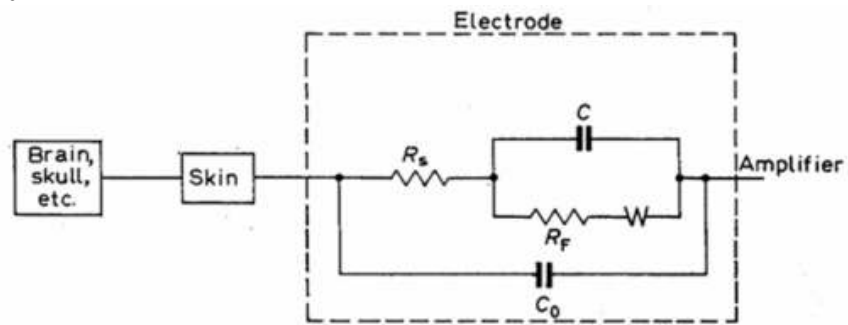
Kérdések:

- kisZH 02.28.
- Esszékérdések. 3., 5.
- Választások: 2.-6., 11., 14., 15., 17., 18., 22., 25.
- Többszörös választás: 2.-7., 9., 10., 13.,

3. előadás. 02.28.:

- Biopotenciál elvezetés típusok:
Mindig két elektród közötti potenciál-különbséget mérünk.
 - **bipoláris**: mindkét elektród aktív felületen vagy szövetben helyezkedik el.
 - **unipoláris** (monopoláris): csak az egyik elektróda van aktív szövetben, a másik „indifferens”, nem aktív (0 potenciálú) helyen van.
- **Alapfogalmak**:
 - Elsőfajú vezető / elektronvezető: az az anyag, ahol az elektron elmozdulása hozza létre az elektromos áramot. pl. fém drót
 - Másodfajú vezető / ionvezető: olyan anyag ill. oldat, ahol töltéssel bíró részecskék (ionok) elmozdulása hozza létre az áramot. pl. biológiai objektum
- Elektród típusok:
 - Intracelluláris mikroelvezetés: üvegkapilláris mikroelektrod (patch-clamp elektród) membrán potenciált és akciós potenciált vezetünk el (DC jelet)
 - Extracelluláris mikroelvezetés: üvegkapilláris mikroelektrod, hegyezett fém elektród (lakk szigetelés vagy üveg szigetelés), szénszál, szigetelt vékony fémhuzal (fine wire electrode), tetrod, multielektrod akcióspotenciált vezetünk el alacsony frekvenciás jelet kiszűrjük (~100-tól felfelé)
 - Lokális mezőpotenciál elvezetés: a fenti elektródfajták bármelyike
lokális: csak a helyben keletkező jelet vezeti el
mezőpotenciál: extracelluláris térben terjedő lassabb szinaptikus potenciálok és dendritikus potenciálok összegződése
 - Makropotenciál felszíni elvezetése: fém korong elektród, Ag/AgCl elektród
 - Makropotenciál intracerebrális elvezetése: szigetelt fémhuzal elektród, multielektrod, tű elektród
- Az elektródok általános tulajdonságai:
 - **Elektród impedancia**

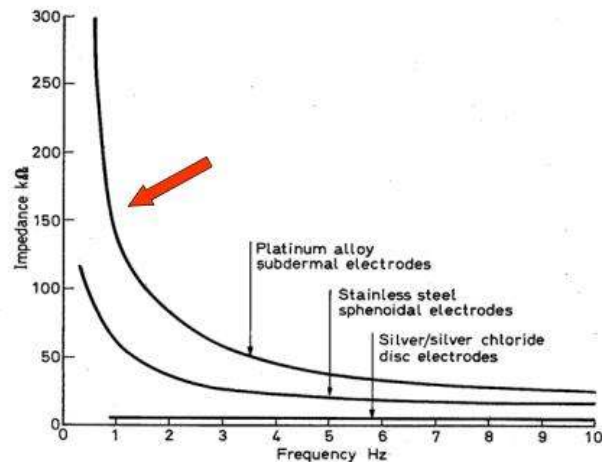
- helyettesítő áramköre:



R_s	paszta ellenállás
R_f	elektrod ellenállás
C	elektrod kapacitás
W	Wartburg impedancia (frekvencia függő)
C_0	kóbor árammal kapcsolatos impedancia

- Milyen tényezők befolyásolják a jelet?
Az erősítő bemenő ellenállása befolyásolja a jel amplitúdóját. -> elektrod ellenállásánál nagyságrenddel nagyobbak kell lennie
A bemenő kapacitás csökkenti a magas frekvenciás átvitelt. (bemeneten a kapacitás párhuzamosan kötve levágja a magasfrekvenciás jeleket)
- **Elektrod potenciál**
 - Az elektronok potenciális energiája az elektródon (elvi definíció, mivel ennek abszolút értéke nem határozható meg). A valóságban olyan relatív érték, melyet egy önkényesen kiszemelt 0-ponthoz, a standard hidrogénelektrod potenciáljához viszonyítunk: annak a galvánelemnek az elektromotoros ereje, amelynek egyik elektródja a vizsgált, a másik a standard hidrogénelektrod.
 - **Kettős réteg kialakulása:**
 - Fém-folyadék érintkezésekor + ionok áramlanak ki az oldatba a fém elektródból
 - elektrod - töltésű lesz -> + ionok vonzódnak hozzá
 - ionáramlás a fémből és vissza -> egyensúly alakul ki
 - A kialakuló kettős réteg (sorbakapcsolt) kapacitásként viselkedik, vagyis problémát jelent az alacsony frekvenciás jelek átvitelénél.
 - **Polározó fémelektrodok** magas frekvencián jól vezetnek, de néhány Hz-nél megugrik az impedanciájuk és egyre magasabb lesz -> egyszerű fémelektroddal alacsony frekvenciájú bipoláris jelet NEM lehet elvezetni, mert torzítja a jelet

AZ ELEKTRÓD IMPEDANCIA FREKVENCIAFÜGGÉSE



Megoldás: **Nempolározódó elektród**

Az elektródreakcióban résztvevő fém saját sójával érintkezik és a só anionját tartalmazó oldatba merül.

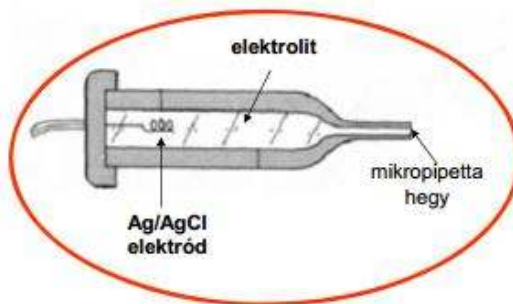
Például: ezüst/ezüst-klorid elektród, $\text{AgCl} + e \leftrightarrow \text{Ag} + \text{Cl}^-$

Ag kicsapódik az ezüst elektródra

Cl^- gélben sok van, ezért nincs nagy koncentrációváltozás

->Az elektródpotenciál állandó, nem alakul ki kapacitív jelleg, DC jelet is képes átvinni

- elektródstabilitás, biokompatibilitás
- Üveg mikroelektród:



Ag/AgCl elektród: elsőfajú vezető (membránpotenciált -DC jelet- akarunk elvezetni)
elektrolit oldat: másodfajú vezető (környezettel közvetlen érintkezik)

- kvarcüveg szigetelésű **tetrod**:
Négy egymáshoz közel elhelyezett mikroelektród lehetővé teszi a több neuronról egyidejűleg elvezetett akciós potenciálok megkülönböztetését.
- **Mikroiontoforézis** (lokális anyagátadási módszer):
Alacsony frekvenciájú (DC) egyenáram hatására az azonos töltésű ionok távoznak az üvegkapilláris mikroelektródból. Így különböző (pl. transzmitter vagy moderátor; attól függően, hogy milyen polaritású áramot engedünk át illetve hány üvegkapillárisból áll a rendszer) ionokat tudunk bejuttatni a vizsgálni kívánt idegsejtek közelébe.
(Elektródon x poláritású áram -> elektród köré gyűlik y töltésű ionok -> kitaszítja x töltésű ionokat)

Kérdések:

- kisZH 03.07.
- Esszékérdések: 2., 4.,
- Választósok: 7., 8., 10., 12., 13., 16.
- Többszörös választós: 8.,

4. előadás. 03.07.:

- Elektrofiziológiai elvezetési technikák:
[Extracelluláris és Intracelluláris](#)

Extracelluláris

Sejten kívüli térből mérünk
Sok neuron aktivitásának mérése (populációs)
Mezőpotenciálok (szummált szinaptikus aktivitás)
Sok sejt akciós potenciálját méri (multiunit, MUA)
Egyes sejtek AP mérése is lehetséges (single unit)

Mérő elektródok

Mikropipetta
Egy kontaktusú fém szál (hegyezett)
Több kontaktusú fém szál (tetród, multielektrod)
Szilícium alapú multielektrodok

Előnyök-hátrányok

Technikailag egyszerűbb
De nagyon kicsi a jel amplitúdója (10-500µV)
Kis elektromos zajú erősítők kellenek
Sok csatornán (10-200) lehet elvezetni
Szabadon mozgó állatokban is használható
Sejten belüli folyamatokat közvetlenül nem méri

Intracelluláris

Sejten belüli térből mérünk
Egy (vagy néhány) neuron aktivitásának mérése
Szinaptikus, akciós és membránpotenciálok mérése
Ioncsatorna és membránáramok mérése
Akár 1 darab ioncsatorna mérése
Kémiai anyagadás mérés közben

Mérő elektród

Mikropipetta

Előnyök-hátrányok

Technikailag bonyolultabb
Nagy a jel amplitúdója (1-100mV)
Kis elektromos zajú erősítők kellenek
Kevés csatornán (1-4) lehet elvezetni
Szabadon mozgó állatokban nem használható
Sejten belüli folyamatokat közvetlenül méri

- INTRACELLULÁRIS elvezetési technikák: [Sharp és Patch-clamp](#)
Patch-clamp típusok:
 - whole cell recording (erős szívás->kiszakad-> egész sejt)
 - outside-out patch (húzás-> átfordul->citoplazma zárul->sejten kívüli)
 - inside-out patch (húzás-> nem fordul át->sejten belüli)☐ Sharp: nagy elektród ellenállás, nagy szívógó áram, mélyre implantálható
☐ Patch: kicsi ellenállás, kicsi szívógó áram, felszíni vizsgálatok (mikroszkópos kontroll)

Sharp microelectrode

nagyon hegyes mikropipetta
hegy $\ll 1\mu\text{m}$
nagy elektróda ellenállás

külső nyomásra hatol a sejtbe az elektróda
kicsi szigetelési ellenállás
nagy szivárgó áram az elektróda mellett

élő preparátumban jól használható
mélyen fekvő sejteket is el lehet érni
'vak' elvezetések
nem tervezhető egyes kiválasztott sejtek célzása

membrán potenciál mérések
konstans áram injekció
current clamp
csatorna áramok mérésére kevésbé alkalmas
egyes ioncsatorna mérésekre alkalmatlan

Patch-clamp

kevésbé hegyes mikropipetta
hegy $< 1\mu\text{m}$
kisebb elektróda ellenállás

a sejtet rászívják az elektródára
nagy szigetelési ellenállás (GOhm seal)
kicsi szivárgó áram az elektróda mellett

élő preparátumban nem jól használható
mélyen fekvő sejteket nem lehet érni
általában agyszeleteken, vagy sejt kultúrákon
egyes sejtek, sejt régiók célzottan elvezethetők

membrán potenciál, membrán áram mérések
konstans áram injekció, konstans membrán feszültség
current clamp, voltage clamp
csatorna áramok mérésére kiválóan alkalmas
egyes ioncsatorna mérésekre alkalmas

- Mérési technikák: **Current Clamp és Voltage Clamp**

Mind a két esetben áramot injektálunk, a különbség az, hogy áramot vagy feszültséget mérünk.

- Current Clamp: Az injektált áramot (I_s) adott értéken tartjuk és a membránfeszültséget (V_m) mérjük.

Sharp elektródával

Miért jó?

Mérhetjük a membrán kapacitását

Mérhetjük a membrán ellenállását

Mérhetjük az AP küszöböt (V_t)

Ingerelhetjük/gátolhatjuk a sejtet

- Voltage Clamp: A membránfeszültséget adott értéken tartjuk, azt az injektált áramot is mérjük, ami az adott V_m fenntartásához szükséges.

Patch elektródával

Miért jó?

Mérhetjük a membránon átfolyó áramot a membrán kapacitásától függetlenül, így csak az ioncsatornákon folyó áram a mért változó és így az ioncsatornák feszültség függése megállapítható.

- **RC kör elektromos tulajdonságai:**

- Áramgenerátorral töltött RC körben a kondenzátor feszültség függvénye exponenciális.

Ha t nagyon nagy, a feszültséget az ellenállás határozza meg.

□ A feszültség görbe kezdeti szakaszát (t kicsi) a kapacitás határozza meg.

- **Membrán időállandó**

$\tau = RC$

Ez határozza meg, hogy milyen gyorsan lehet tölteni a sejtet, illetve milyen gyorsan sült ki. Függ a sejt típusától.

A sejtmembrán elektromos helyettesítő képében, az RC körben a C feszültségét töltés és kisütés esetében exponenciális fv írja le, amiből a membrán időállandó

ismeretében ki tudjuk számítani a membrán kapacitását és ellenállását.

☐ Kisütés esetén az τ -t a 63%-os feszültség eséshez tartozó t értéke adja meg

- Current Clamp **Kompenzációs lépések:**

Úgy, hogy az erősítő ne lássa a C_e -t, R_e -t és DC-t.

- az elektród parazita kapacitásának (C_e) kompenzálása

☐ A C_e negatív kapacitással kompenzálható, ezt változtatható erősítésű (A) erősítő és egy kapacitás adja. A-t úgy változtatjuk, hogy a kimeneti jelalak a legmeredekebb legyen. A értékéből kiszámítható az elektróda parazita kapacitása.

- az elektród soros ellenállásának (R_e) kompenzálása

Az R_e kompenzálására a kimeneti jelből levonjuk az R_{bb} által leosztott bemeneti jelet (bridge balance). R_{bb} -t úgy változtatjuk, hogy a kimeneti jelalak ne tartalmazzon lépcsőt. R_{bb} értékéből kiszámítható az elektróda soros ellenállása.

- az elektródok DC (offset feszültség) kompenzálása

A DC kompenzálására a kimeneti jelből kivonunk egy konstans feszültséget, mely R_{dc} -vel adható meg. R_{dc} -t úgy változtatjuk, hogy a kimeneti jelalak nulla legyen.

- EXTRACELLULÁRIS elvezetési nehézségek:

AP egyértelműen nem detektálható, mivel a sejten kívüli térből vezetünk el. Így sok a sejt és kicsi a jel.

A **sejtválogatás alapja:**

Az extracell AP alakja függ az elektróda és a sejt egymáshoz viszonyított térbeli helyzetétől. Mivel a sejtek különböző távolságra vannak az elektródoktól, az extracell AP jellemző paramétereit fel lehet használni az egyes sejtek megkülönböztetésére.

A **sejtválogatás lépései:**

- ☐ AP szűrés
- ☐ küszöb detekció
- ☐ események tárolása
- ☐ csúcs szerinti rendezés
- ☐ spike alak paraméterezése
- ☐ paraméterek szerinti megjelenítés (2-n dimenzió)
- ☐ csoportokba rendezés (clustering)
- ☐ ellenőrzés (refrakter periódus vizsgálata)

- In vivo elvezetési technikák: élő mozgó állatból

In vitro elvezetési technikák: életbentartott agyszeletek vizsgálata pl.

In vitro mérőállomások:

Interface kamra

Jobb oxigenáltság
Sejtek keresése vakon – véletlenszerű
Sejtek a szelet teljes vastagságában
Sok hely az extracelluláris elektródoknak
Szövet minősége kevésbé számít (idősebb állatból származó szövet is)

Submerged kamra

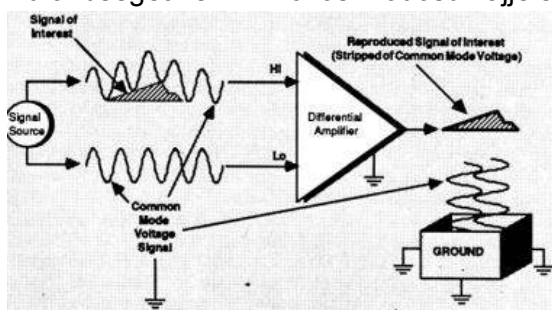
Rosszabb oxigenáltság (javítható)
Sejtek keresése célzottan – nem véletlenszerű
Sejtek csak a szelet felszínén
Kevés hely az extracelluláris elektródoknak
Szövet minősége nagyon fontos (csak fiatal állatból származó szövet)

Kérdések:

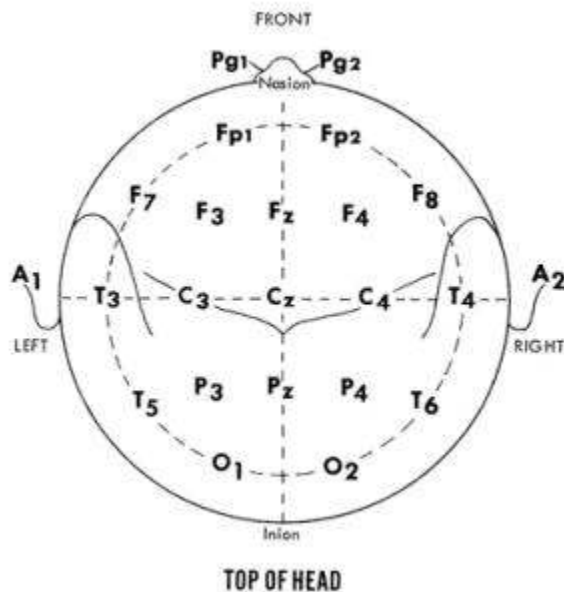
- kisZH 03.14.
- Választósok: 16., 19.
- Többszörös választós: 11.

4. előadás. 03.14.:

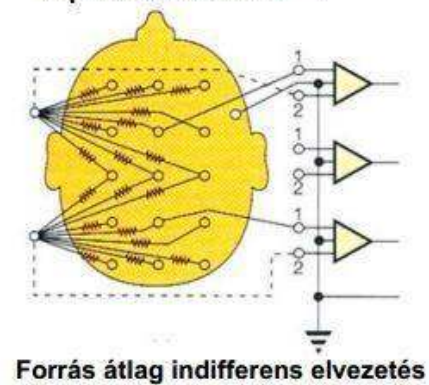
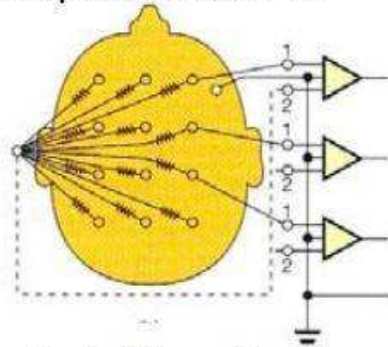
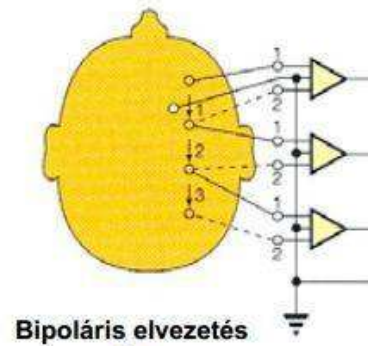
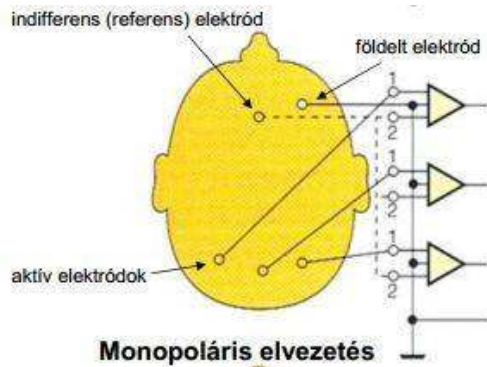
- EEG: Az agyi elektromos jelek vizsgálata, makro szinten noninvazív vagy invazív módszer az agyműködés tanulmányozására. Az elektroencefalográfia (EEG) klinikai vizsgálat.
Az emberi EEG két típusa: Spontán EEG (állandó elektromos oszcilláció, szinuszoid jellegű különböző frekvenciájú oszcillációk keveréke) és Eseményhez-kötött potenciálok (valamilyen ingerrel előidézett, lsd. 03.21. ea.)
- Spontán EEG
 - Nagy egyéni variabilitás jellemzi!!
 - frekvenciatartományok:
 - delta sáv: 4 Hz alatt
 - theta sáv: 4-8 Hz
 - alfa sáv: 8-13 Hz
 - béta sáv: 13-25Hz
 - gamma sáv: > 25-30 Hz
lassú gamma ~40 Hz
gyors gamma ~80-100 Hz
 - + lassú alvási oszcilláció
 - amplitúdótartomány: 10-500 mikroV - ha lassul az EEG nő az amplitúdó
 - Típusos ritmusok:
 - Alfa ->tarkólebeny
 - Mu ->centrális terület
 - Szigma ->alvási orsó
 - Kappa ->halánték lebeny
 - Szinkronizált EEG tevékenység: ha szabályos szinuszoid ritmust látunk.
Deszinkronizált EEG tevékenység: ha szapora, szabálytalan és kis amplitúdójú az oszcilláció.
- Differenciál erősítő zajelnyomása:
alapötlet: (jel és zaj)-(zaj)=jel
Két jelet ugyanúgy erősíti, majd a két jel közötti különbséget veszi.
Különbséget venni= közös módosú zajjelet elnyomja, a differenciál jelet pedig kiemeli



- Nemzetközi 10-20 elektród rendszer:



- Fp= FrontoParietális
F= Frontális
C= Centrális
T= Temporális
A= Aurikális
P= Parietális
O= Occipitális
 - bal oldali elektródokat páratlan számmal jelöljük
jobb oldali elektródokat páros számmal jelöljük
középvonalban levő elektródokat 'z'-vel
 - Az elektródokat egymástól olyan távolságra helyezik, ami a fej kerületének 10 illetve 20%-a.
Azért, mert ezek az arányok korosztálytól függetlenül alkalmazhatóak.
- Aktív EEG elektród:
Az előerősítő első fokozata az elektródban van.
- EEG elvezetési típusok:
 - Monopoláris: Egy referens elektród van és minden mérő elektródot ahhoz viszonyítunk (viszonyítunk= a köztük lévő potenciálkülönbséget mérjük)
 - Bipoláris: Minden mérőelektródnak a szomszéd mérőelektród szolgál referens elektródként
 - Közös átlag indifferens elvezetés: Nem vizsgált elektródoknak az elvezetéseit egy nagy ellenálláson keresztül összekötik. ~0 potenciálú átlag értéket kapunk és ahhoz viszonyítunk.
 - Forrás átlag indifferens elvezetés: Aktív elektród körül elhelyezkedő elektródokat kötjük össze nagy ellenálláson keresztül (hogya ne torzítsa), és így a környezet átlagához képest vizsgáljuk az adott pont elvezetését



- Az EEG tevékenység éberségfüggő változása:
 - éber, aktív egyén: deszinkronizált, kis amplitúdójú, szapora tevékenység
 - csukott szemű, relaxáló: alfa tevékenység
 - Lassú hullámú (non-rem) alvás 1. stádium: alacsony amplitúdójú szapora tevékenység, néhány théta hullám
 - Lassú hullámú (non-rem) alvás 2. stádium: théta hullámok, 10-14 Hz alvási orsók (növekvő majd csökkenő amplitúdó), K-komplexumok (nagy amplitúdójú egyetlen hullám)
 - Lassú hullámú (non-rem) alvás 3. stádium: nagy amplitúdójú théta és delta hullámok
 - Lassú hullámú (non-rem) alvás 4. stádium: nagy amplitúdójú delta hullámok +1Hz-nél lassabb oszcilláció
 - REM fázisban: deszinkronizálódik a jel és szemmozgások jelentkeznek
- Alfa tevékenység életkorfüggő változása:
 - fiatal korban fokozatosan gyorsul fel a ritmus
 - idős korban fokozatosan lassul az alfa tevékenység és a reagálás is romlik (pl. szemnyitásra)
- Artefaktorok= EEG elvezetésnél jelentkező zavarok

2 fajta:

 - Fiziológiás: nyelés, szemmozgás, ...
 - Nonfiziológiás: mágnesség vagy elektromosság a közelben
- Elsődleges felhasználás: epilepszia diagnosztika
 - Gyerekeknél generalizált (agy egészét érintő) idiopathiás (genetikailag meghatározott ok) epilepsziák a jellemzőek

Felnőtteknél lokalizációhoz kötött (agy egy részét érintő) szimptómás (strukturális eltérés az ok) epilepsziák a jellemzőek

- absence(=távollét) roham= kis roham
generalizált típusú, agykéreg lefoglalva->filmszakadás
- GM roham = generalizált nagy roham
izmok tónusosan összehúzódnak, klónusos rángás, hörgő légzés, elernyedés, kérgi funkcióit nagyon lassan nyeri vissza
- Aktivációs módszerek: fázisváltások (alvási) pl generálnak rohamot, de vizuális, akusztikus, szomatosenzoros inger is, stb...

Kérdések:

- kisZH 03.21.
- Esszé: 1., 8.,
- Választások: 9., 20., 21., 23., 24., 26., 27.,
- Többszörös választás: 12., 14.

5. előadás. 03.21.:

- EKP és KP:
 - **Eseményhez-kötött potenciál (EKP) — Event-related potential (ERP)**
Valamely diszkrét eseményre való felkészüléskor, külső vagy belső inger hatására kialakuló, az eseményhez időben kötött, több hullámból álló agyi potenciál oszcilláció.
Ez az esemény előtt jelenik meg (nincsen külső inger), ez a “tervezési, felkészülési” fázis, pl.: ‘Meg fogom mozdítani az ujjam’
 - **Kiváltott potenciál (KP) — Evoked potential (EP)** (az EKP egy típusa)
Szenzoros inger hatására létrejövő, ahhoz időben kötött, több hullámból álló agyi potenciál oszcilláció.
Ez az esemény (konkrét külső inger) után jelentkezik, kiváltódik.
 - EKP komponenseinek osztályozása: latenciájuk (korai/közép latenciájú/késői) és a kiváltott hatás jellege szerint (endogén/exogén)
 - **exogén komponensek:** rövid latenciájú válaszokban, csak a külső inger paramétereitől függnak, pl ha az akusztikus inger decibelje nő akkor a válasz latenciája csökken és a válasz amplitúdója nő
 - **endogén komponensek:** kései latenciájú válaszokban, függnak attól is, hogy milyen szenzoros funkciók, milyen feldolgozási folyamatok, milyen érzelmek..... jönnek be
- Meg tudom mérni:
 - ideg vezetési sebességét
 - centrális-szenzoros vezetési időt
= onnantól, ahol az idegköteg becsatlakozik a gerincvelőbe, a szenzoros kéregig míg eljut az információ
- Jel/zaj viszony javítása átlagoslással: Számos ingerre kapott válaszokat átlagolom
Minnél többször átlagolok (N-szer) --> $1/\sqrt{n}$ -nel csökken a zaj szintje
pl.: 16-jelt 2-szer átlagolok

- **BERA**= Brainstem Evoked Response Audiometry
 - Diagnosztikai célú vizsgálat, amellyel vizsgálható a hallópálya egyes állomásainak állapota. Amelyik ponton sérülés -> utána nincs válasz.
 - Objektív audiometria = nem az egyén szubjektív válaszára függ, hanem agyi bioelektromos jelektől
kóma betegek monitorozása, csecsemők vizsgálata
 - Agytörzsi kiváltott potenciál
 - exogén komponenseket vizsgálunk
inger: decibel nő --> válasz: latenciája csökken, amplitúdója nő
ingerparaméter --> válasz milyensége, mikor
- Oddball (kakuktktojás) paradigma (kognitív pszichofiziológia)
 - Általános hangingerek + ettől eltérő (frekvenciában, intenzitásban, időzítésben) hangingerek
gyakori inger= standard, ritka inger= deviáns
 - arányuk a fontos, minél kevesebb a deviáns inger, annál jelentékenyebb a rá adott válasz
 - passzív (könyvet olvas a páciens) és aktív (számolja a deviáns ingereket a páciens) paradigma
- N1 komponens: szelektív figyelmi hatás
N= negatív irányú kitérés
pl. bal fülbe érkező ingerre figyeljen -> azok amplitúdója megnő, jobbra érkező csökken
- **P300 komponens** akusztikus feladathelyzetben
300 milisec-mal az inger után jelentkező pozitív komponens
feladat nehezebb -> nő a P300 latenciája
P300 megjelenése azt mutatja meg, hogy mikor záródik le egy feladathelyzetben a beérkező információ feldolgozása
- P150
150 milisec latenciával jelentkező pozitív irányú kitérés
vizuális EKP-k különböző típusú ingerekre
- N400 komponens: szemantikai anomália
szavanként felvillanó szöveget olvas a páciens, nem odaillő szónál jelentkezik az N400 komponens
400 milisec latenciával jelentkező negatív irányú kitérés
amplitúdóját befolyásolja a szemantikus anomália mértéke (hogy mennyire nem odaillő az adott szó)
- P560 (P300) komponens: fizikai eltérés
Fizikai szemantikai eltérés, pl. Nagyobb betűvel van írva
P-> pozitív irányú, 560-> 560 milisec latenciájú
- **CNV**= Contingent Negative Variation (Nagy negatív eltolódás S1 és S2 között)
 - Lassú potenciál változás
 - Várakozási hullám S1- S2 között -> agy előkészül a feladatra
S1= figyelmeztető inger (hang)

S2= feladatot jelző inger (villogás)

Feladat= gombnyomás megállítja a villogást (S2-re gyors gombnyomás)

- Centrálisan és frontálisan jelentkezik maximálisan
- van kiváltó inger
- Összehasonlítás a Motoros Potenciállal:
 - MP egy felkészülési állapot, az EEG negatív kitérése
 - MP-nél nincs közvetlen kiváltó inger, csak esemény (ami előtt jelentkezik)
 - MP a motoros kéreg felett jelentkezik maximálisan
- **Steady-State Response (SSR)**
 - Repetitív (megfelelő gyakoriságú, kb 40/s ingergyakoriságnál) ismétlésnél viszonylag nagy amplitúdójú szinuszoid hullám-alakú ritmikus válasz jelentkezik.
 - ASSR= AKusztikus SSR
 - Hallásküszöb meghatározása: Aktuális frekvenciasávon hány decibellel kell adni a hangot, hogy az aktuális páciens meghallja azt
 - Klinikai alkalmazásai: objektív audiometria (reagálni nem tudó pácienseknél pl), narkózis monitorozás, neurológiai vizsgálat.
 - Teljes hallórendszer (cochlea, hallópályák, thalamikus előfeldolgozók, hallókéreg) épségének vizsgálata
 - endogén komponenseket is vizsgálunk az exogének mellett. (nem csak az inger milyensége, hanem az én állapotaim is befolyásolják a megjelenő választ)
 - a válasz a hallókéregben jelentkezik

Kérdések:

- Esszé: 7.
- Választósok: 29.
- Többszörös választós: 15.