

IL SEGNALE EEG

Cervello \rightarrow miliardi di cellule, organo particolare (unico organo fondamentale che non sia nello spazio toracico), metabolismo e arco ematico particolare, molto protetto dallo scudo osseo
senso della vista = 85% delle informazioni totali
peso circa 1,5 kg

Il segnale eeg è prodotto da neuroni solo corteciali (sulla superficie) \rightarrow ci sono i neuroni funzionali

scalo centrale + ripiegamento (dietro l'orecchio) \rightarrow comune a tutti; il resto varia da persona a persona

Luigi Galvani e Alessandro Volta \rightarrow esperimenti di elettroscopia. Contemporaneamente Chimie Forada; si creano i concetti elettrici \Rightarrow fine del 1800: primi eeg.

Primo eeg in umano: 1813 \rightarrow eeg stampato come un foto. Agli di occhio piantati in modo nuovo.

Bremer \rightarrow frequenze particolari spettrali comuni a tutti (freq./onde di Berger) iniziano a notte
 \rightarrow collaborazione con Siemens

Adrian e Matthews \rightarrow sistema a tre canali con amplificatore differenziale.

1928: Jasper \rightarrow versione definitiva (elettrodi a contatto)

Ci sono molte tipologie di neuroni:

- neuroni nobili: permettono di fare le cose, sono funzionali (soma, assone, dendriti)

\rightarrow mielina + nodi di Ranvier \rightarrow depolarizzazione saltatoria, \Rightarrow velocità aumento

(da qualche metro al secondo fino a 10 volte tanto \rightarrow 10-50 m/s)

- oligodendrociti: si attaccano agli assoni, fascicolati con la mielina

- astrociti: fanno da ponte tra neuroni diversi \rightarrow funzioni metaboliche di supporto

- glia: isolano i neuroni dalle cellule esterne

\rightarrow barriera ematoencefalica: cellule glia e astrociti si interpongono tra neuroni e sangue e decidono cosa può passare

neuroni: metabolismo aerobico (ha bisogno di ossigeno) e non resiste alle infezioni (membrana sottile)

\Rightarrow questi neuroni di supporto hanno anch'essi dei potenziali, ma sono in profondità e quindi non si sentono con l'eeg

Ci sono patologie per tutti i tipi di neuroni \rightarrow tumori; metabolismo elevatissimo a carico dei neuroni di supporto, mentre minore per i neuroni nobili.

Il bilanciamento tra i neuroni nobili e di supporto è genetico.

Neuroni piramidali \rightarrow hanno un soma fatto a piramide ed assone molto lungo (anche metri)

Quando il potenziale si propaga \rightarrow campo elettrico - magnetico

eeg \Rightarrow

\Rightarrow magneto-encefalogramma (poco usato)

Con l'eeg misuriamo l'attività elettrica post-sinaptica. Sinapsi = giunzione tra due neuroni

Le terminazioni finiscono con un bottone sinaptico \rightarrow neurotransmettitori (chimici)

Lo sinapsi contiene vescicole con i neurotransmettitori: il potenziale modifica la membrana, entrano

gli ioni calcio, si rompono le vescicole che rilasciano il nostro "cosmettore" \rightarrow non c'è passaggio elettrico

In questo modo i potenziali d'azione si superstitano (si disperde in parte nei tessuti)

Durata dei potenziali d'azione molto breve, ma delle sinapsi è + lento (la ordine di grandezza) e + ampio \rightarrow possono essere rifatti

Processo casuale \rightarrow elevato numero di fatti non sincronizzati (legge statistica)

potenziali post-sinaptici sono + lenti \rightarrow si sovrappongono (se durano di +) \rightarrow + ampi

potenziali \rightarrow eccitatori: eccita la cellula bersaglio, induce l'attività elettrica

\rightarrow inibitori: inibisce la cellula bersaglio

\rightarrow neurotrasmettitori diversi

\Rightarrow dal punto di vista elettrico (seg) non sono in grado di distinguersi

Ci sono reti inibitorie e reti eccitatorie (epilessia: stato disforzante senza reti inibitorie)

[ma topi le reti inibitorie si formano nei primi 20 giorni di vita]

I neuroni non sono tutti uguali, ma simili. Sono tutti mielogenizzati (se non c'è \rightarrow sclerosi multiple). Le funzioni sono organizzate sulla corteccia \rightarrow in modo comune

[centro della parola (frontale) \rightarrow per parlare

centro del linguaggio \rightarrow capire e codificare in linguaggio]

} sono i due centri non simmetrici: stanno sul lato DOMINANTE

Movimenti volontari, inibitoria (e incoordinati)

Plasticità neurale: meccanismo che consente al cervello di ripulire la sua funzione

\rightarrow nel giro di 1.5 ore il cervello si è modificato \rightarrow i neuroni cambiano funzione, impatto

(es. il paziente riprende le funzioni che ha perso ed es. con un lotus cerebrale)

più è complesso il compito, migliore è la risposta

Neuroni specchio: collegano il messaggio emotivo/empatico che deriva da uno stesso che vedono

\rightarrow non sono mai stati documentati, ma facendo vedere da es. filmati si è visto che funzionano

Memoria \rightarrow ipotesi + quotiana: si cambia il peso di tutti sinaptiche \rightarrow pare che non siano in superficie (solo zona post-centrale, dietro il solco)

La memoria si fissa quando i neuroni non hanno da fare \rightarrow sonno (o meditazione)

02-01-2012

segnale EEG \rightarrow insieme di segnali, da parti diverse

\rightarrow 10 e 50 μ V

• AMPIEZZA: si divide in 3 fasce raramente: bassa ($< 30 \mu$ V), medio ($30-70 \mu$ V), alta ($> 70 \mu$ V);

\rightarrow ampiezza $\hat{=}$ attivazione

• MORFOLOGIA = modalità con cui determinate caratteristiche del segnale EEG si ripetono episodi di attività regolare (es. nel sonno)

\rightarrow polimorfismo: $\hat{=}$ successione di questi episodi (bando di freq. specifico) si ripete con periodicità non regolare e ampiezza diversa

\rightarrow monomorfo: episodi alla stessa frequenza e di ampiezza uguale \rightarrow periodicità regolare

\rightarrow può aiutare a stabilire in quale fase del sonno è il soggetto

• TOPOGRAFIA: zona dello scalp da cui ho prelevato l'attività elettrica

→ in modo è associare per riferimento alle zone funzionali

→ topografico 10-20: metodo di posizionamento degli elettrodi così da percepire le aree che interessano di più → ci sono delle cuffie in silicone, dei cavi

Caratteristiche:

• simmetria: si presentano su entrambi gli emisferi con caratteristiche di freq. ampiezza d'onda

• simonia: si verificano nello stesso tempo su entrambi i emisferi

È un processo casuale → nel tempo l'informazione è molto variabile

È sempre un SINGOLO DIFFERENZIALE (tra due elettrodi, o tra elettrodo e riferimento) o tra elettrodo e media di tutti gli elettrodi

Artefatto principale: eye blinking (sbattito delle ciglia) → segnale emg dei muscoli è molto ampio

Il medico vede fino a 25-30 tracce in un'ora degli elettrodi, delle variazioni del ritmo → un pezzo di attività più regolare

Il contenuto spettrale dell'EEG è funzione dello stato del soggetto

Segnali contenuti in bande ben definite → determinano la funzione
↳ bande di frequenza, ritmi

- delta (0.5-3 Hz): stato patologico (coma) e sonno profondo
 - theta (3-7 Hz): 5-100 µV, sonno profondo
 - alfa (8-13 Hz): 10-100 µV, rilassamento mentale
 - beta (14-30 Hz): 20 µV, attenzione, concentrazione, aree corticali attive
 - gamma (>30 Hz): " " " " " "
- ↳ del sog. in certi soggetti e in certe aree corticali

dall'aumentare della frequenza l'ampiezza si riduce
↓
basso freq., le sin. sono + sincronizzate (si sovrappongono)

Alcuni dividono la banda β in due classi → β_1 : 14-20 Hz (anche chiamato μ)
 β_2 : 20-30 Hz

Usato per malattie neuropsicologiche e neuropsichiatriche

Es. stato del sonno: somnolenza → ci sono dei ritmi di quando scompaiono si entra nel

sonno → fino a sonno profondo = ritmi molto corti e molto ampi

↳ G. fas. + REM

Sonno classificato da Rechtschaffen e Kales: 15% di sonno intermedio (diminuisce temperatura

freq. cardiaca e funzioni vitali); 15% in sonno molto profondo; 20-25% fase REM

fase REM (rapid eye movement): attivazione degli muscoli degli occhi, tutte le funzioni

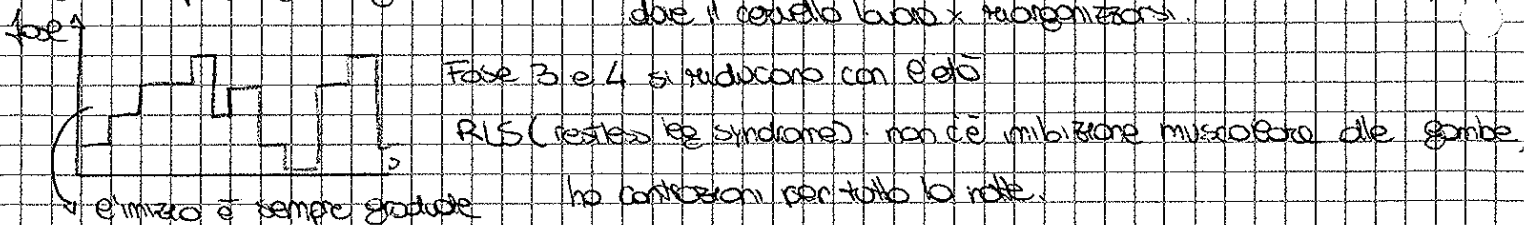
sono ferme, attività fisiologica ridotta a zero (immobilità muscolare), il cervello buro

per sognare e il corpo è rilassato. Ad un certo punto la fase REM si spegne improvvisamente

↳ si torna ad un sonno + leggero (fas. 1-2)

Si passa attraverso tutte le fasi di sonno (due giri)

Alcune patologie legate al sonno (che impediscono di andare a stadi di sonno + profondi) dove il cervello buro + riorganizzarsi



Centro del sonno: coacervo per EEG qualche emg autosimmetria (per onde notturne)
ecg e videocamera
↳ attività dell'occhio

Il sonno è basico, addormentamento rapidissimo (1-2-3 a molto veloce) ce l'hanno i bambini

Epilessia = attivazione anormale e disordinata dei centri cerebrali → ... segue
campo e ad alta frequenza. depolarizz. sincrona anormale ad alta freq.

↳ diversi tipi, durata, in diverse aree, ...

usato dall'attacco epilettico con onde dello

(si possono dare dei farmaci per cercare di farlo fermare → emg si aspetta)

Si studia per cercare di predire chi ha attacchi epilettici ripetitivi
↳ è stato dimostrato che il segnale EEG cambia da prima (10-15 minuti prima dell'attacco)

l'epilessia si può scatenare anche a seguito di danno cerebrale (ictus, traumi, ...)

Il fenomeno di Wiener-Kh ha come ipotesi che stazionaria in senso solo se il segnale EEG è WSS? No, perché varia tra i diversi ritmi → infatti si fa a tratti

→ trovare l'intervallo temporale per cui l'EEG è WSS: ma siccome $\Delta t = \frac{1}{f}$, si

divide in tratti a seconda della risoluzione spettrale che si vuole ottenere (es. $T = 1s$)

oppure si adatta a seconda del ritmo che ci si aspetta.

AUTOREGOLAZIONE CEREBRALE

03-01-2017

Fenomeno fisiologico per cui al variare della pressione di perfusione di un qualsiasi organo il flusso ematico di organo varia minimamente.

↳ mantenere costante il flusso ematico. Molto importante e funzionale nel cervello (e anche l'occhio) perché la mancanza di ossigeno al cervello è dannosa.

Il cervello è totalmente privo di riserve → ha bisogno di ossigeno e glucosio, ma non ci sono depositi.

Autoregolazione tra 80 e 160 mm Hg → flusso costante. Fuori da questi limiti non funzionano bene

CPP = pressione di perfusione cerebrale

ABP = pressione arteriosa sistolica

$$CPP = ABP - ICP$$

ICP = pressione intracranica

Se ABP è molto piccola, CPP può diventare un valore insufficiente a perfondere il cervello → il soggetto viene.

Se ABP è troppo alta, si esce fuori dall'autoregolazione → problemi
o aneurisma

Può anche aumentare ICP → es. tumori, emorragie cerebrali. Può anche diminuire

ICP: perdita di liquido cerebrospinale

↳ viene riassorbito molto lentamente

Dall'arco aortico si diramano tre vasi principali: euragico (nel braccio), carotide
l'altre l'altre

Dalle succole nascono le arterie vertebrali che fusoano dietro fino alla base del cranio.

Tra mandibola ed orecchio le carotidi si dividono in 2 → e' intorno la clo. circel. cerebrale (poligon di Willis)

Le vene che scendono sono molte + numerose

Per mantenere il flusso costante di volume della pressione, si dilatano/costringono i vasi

→ cellule della muscolatura (scaio (filamento) ^{→ INVOLONTARIA}) si contraggono. sono presenti in tutti gli organi con muscoli non striati. Circondano le pareti dei vasi; contrandosi stringono il vaso.

bassa pressione → vasodilatazione (diminuisce la resistenza) ALTA pressione → vasocostrizione

Circolo di Willis → 3 parti: posteriore, anteriore, media.

c = raddoppiato dei vasi

A autoregolazione e locale: si agisce sui vari compartmenti separati

EEG + MEG: tecniche elettromagnetiche, elettrofisiologiche

TC → solo percorso dei vasi

OPTIC IMAGES: non si usano in vivo → preparato fluorescente che si fissa ed emette fotoni nel visibile (bisogna aprire il cranio aperto)

fMRI: attivazione di determinate aree cerebrali → + costo x studi funzionali, e un buon compromesso

SPETTROSCOPIA DELL'INFRAROSSO (NIRS)

Sorgente luminosa nell'infrarosso (vicino al rosso visibile)

innesca nel volume l'accoppiamento neurovascolare → provvedere alle necessita del cervello

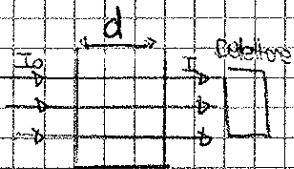
EEG → parte neurale NIRS → parte vascolare.

Non invasivo, utilizza radiazioni non ionizzanti a bassa potenza.

Tessuti parzialmente trasparenti alla radiazione in banda 700-1000 nm → un tessuto molto poroso assorbe in modo diverso da uno non poroso.

Fascio di luce (diodi laser) che attraversa i tessuti, conta i fotoni che restano e so quanto e stato assorbito

↳ il cranio degli adulti e meno trasparente del cranio dei bambini



bicchiere trasparente con liquido che non assorbe l'infrarosso con un soluzione del CROTOFOLO (assorbono l'infrarosso) ad una certa concentrazione

I : intensità della luce → $I < I_0$

$$I = I_0 e^{-\mu d}$$

$\mu = d \cdot c$
riconcentrazione
c: coeff. di estinzione propria (massa)
c: coeff. di attenuazione

LEGGE DI LAMBERT-BEER

$$\log \frac{I_0}{I} = \alpha \cdot c \cdot d$$

Evitare l'assorbimento dell'acqua → si lavora a frequenze + basso di 800 nm

L'emoglobina → ossigeno hanno spettri di assorbimento diversi.
 → ossido carbonico

Con λ tra 700-800 nm usavano ad aere il max assorbimento da parte dell'emoglobina

assorbimento che varia o secondo se è ossigenato o legato da CO₂

A 50mm e a 850mm le due empg. hanno compartimenti opposti → assorbimento

↳ ma c'è un problema del cross talk: ad ogni frequenza, uno delle due è prevalente ma anche l'altro assorbe.

$A = \alpha \cdot c \cdot d$ → è incognito è c, ma il sistema è + complicato perché ci sono 2 cromofori

$$\begin{cases} A^{50} = \alpha_1^{50} c_1 d + \alpha_2^{50} c_2 d \\ A^{850} = \alpha_1^{850} c_1 d + \alpha_2^{850} c_2 d \end{cases}$$

ho due incognite → aggiungo un'altra eq. con un'altra λ

→ per misurare la concentrazione di n cromofori ho bisogno di n lunghezze d'onda

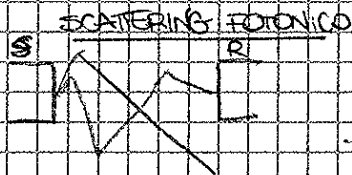
G sono virtuali di potenza superficiale per le radiazioni elettromagnetiche (x sicurezza)

↳ non basta per attraversare tutto il cervello

↳ buone shape

Ma è stato dimostrato che i fotoni percorrono un percorso ad all'occa ↳ molto sovrante e rivelatore a qualche cm di distanza.

↳ siccome le strutture sono complesse (molte tessuti diversi), i fotoni sono deviati



↳ i fotoni percorrono un cammino reale $d' > d$ perché viene deflessi

→ può anche capitare che un fotone non arriva sul rivelatore

vedo un'attenuazione alta (e quindi calcolo una concentrazione alta) che non c'è

Per tenere conto di questo effetto si modifica la legge di LAMBERT-BEER

$$A = \alpha \cdot c \cdot d \cdot B + G$$

$\int_{d'}^d$ \leftarrow fotoni che scatterono e non arrivano al rivelatore
 \leftarrow aumento del cammino
FAITORE DI CAMMINO DIFFERENZIALE (B)
 $d' = d \cdot B$ CAMMINO DIFFERENZIALE

Nel tessuto umano si stima che l'80% dell'attenuazione sia dovuta allo scattering

Normalmente B viene stimato sulla base di un modello stratificato (tanti tessuti simili a quelli reali, si mette un campo e.m. e si calcola B)

→ per un cranio adulto: $B \approx 6$

G invece è sconosciuto, dipende da troppi fattori → non si può modellizzare

↳ per poter risolvere fanno i calcoli per differenza

$$\Delta A = \alpha \cdot \Delta c \cdot d \cdot B$$

il sistema è risolvibile, ma non potrà mai calcolare la concentrazione assoluta, solo quello relativo ad un valore di riferimento
↳ anche valori negativi

$d = 2 \cdot 10 \text{ cm}$ → il fascio penetra per pochi millimetri nel cervello → si misura nello scintillatore
↳ moltiplicato della funzione mitocandriale

[3 sorgenti: citocromocossidasi, emoglobina O₂, emoglobina CO₂]

(collegati al nervo trigemino)

barocettori nei vasi → abitano la frequenza di scatto e premono le cellule della muscolatura liscia

si occupano soprattutto delle variazioni di pressione (non del valore medio)

chemocettori → misurano concentrazione di O₂ e CO₂ → fit del sangue anche loro collegati al nervo trigemino

barocettori e chemocettori → nei vasi

NIRS → nei tessuti

Amplias dell'autoregolazione \rightarrow dominio della frequenza

Si ottiene un segnale diviso in bande con un significato sull'autoregolazione

12-04-2017

L'autoregolazione esiste sempre anche senza stimoli

Le bande sono a frequenze molto basse \rightarrow B, M, R, P
VLF LF HF

B: 50 - 100 mHz

M: 60 - 100 mHz

R: 100 - < 200 mHz

P: Δ 1 Hz

- Banda P: dello psicotiletto cardiaco (che si riflette nel disritmo cerebrale)
 \rightarrow non ha niente a che vedere con l'autoregolazione
- Banda B: sono più piccole nei soggetti sani che patologici \rightarrow si dice B potenza in questo caso sono presenti in tutti i mammiferi \rightarrow l'origine è ignota: ipotesi base frequenza \rightarrow ciclo periodico di circa 100 secondi \rightarrow risposta molto lenta
 \rightarrow si pensa che sia effetto del metabolismo, o un'autoregolazione a lungo termine (es. variazioni veglia/sono, luce/notte \rightarrow variazioni esogene)
- Banda M: comuni a tutti i mammiferi \rightarrow riflettono l'attività del sistema nervoso simpatico (che nasce info da barocettori e chemocettori ed agisce tramite il nervo vago)
un'altra ipotesi è che sia B frequenza dell'oscillatore naturale del sistema simpatico \rightarrow pacemaker nel cervello: 100 mHz oppure doppio controllo tra sensori periferici e sistema nervoso centrale.
 \rightarrow ipotensione ortostatica: pressione sanguigna bassa quando si è in piedi \rightarrow deficit di attività in banda M per questi soggetti
- Banda R: banda della respirazione (includendo B respirazione si può modulare il bollo cardiaco)
 \rightarrow quando B respirazione, varia la pressione intratoracica: il cuore batte in un ambiente esterno a pressione variabile (bolla + facilmente e bassa pressione \rightarrow fine dell'espirazione)
 \rightarrow l'autoregolazione si vede in queste ultime tre bande.

es. in apnea volontaria B R @ ha potenza nulla \rightarrow poi più piccola; B B non cambia; B

M varia perché c'è vasodilatazione

\rightarrow diminuisce: le cellule si contraggono quando meno stimolo meno \rightarrow meno onde impulsi \rightarrow meno potenza \rightarrow tutto anche lo sbalzo frequenza

perciò deve aumentare la potenza di P \rightarrow aumento l'attività cardiaca

Il dispositivo NIRS commerciali campionano a 2 Hz \rightarrow si mette un filtro ANTI-ALIASING (passa basso)

a 1 Hz prima di campionare