

JATE Kibernetikai Laboratórium és SZOTE Élettani Intézet

Központi idegrendszeri szabályozási funkciók komplex vizsgálata

Hunya Péter és Madarász István

Referátumunkban a SZOTE Élettani Intézetében és a JATE Kibernetikai Laboratóriumában folytatott kutatómunkánkról számolunk be, melynek célja olyan fiziológiai, pszichológiai teststruktúra és a hozzá tartozó értékelési rendszer kidolgozása, mely alkalmas a központi idegrendszeri szabályozási funkciók tükrözésére. Nem térünk ki azonban a teszrendszer ismertetésére, csak az értékelés módszerével foglalkozunk részletesebben, feltételezve, hogy a tesztek megfelelnek a fenti célkitűzésnek.

Kísérleteinkben a vizsgálatok eredményeként olyan függvényeket kapunk, melyek tükrözik a szabályozási funkciókat, megadják bizonyos szabályozási tevékenységek kimenetének az ideális szabályozástól való eltérését, ennek mértékét az idő függvényében. Nem vizsgáljuk e függvények teljes lefutását, csupán három szabályozásméleti jellemzőjüket tekintjük, nevezetesen:

- 1) az ideálisan tökéletes szabályozástól való eltérés átlagértékét ( $J_1$ ),
- 2) az eltérés négyzetes középértékét ( $J_2$ ), valamint
- 3) a maximális eltérést ( $J_3$ ).

A függvények menetének teljes leírása ugyanis olyan sok paramétert kívánna, hogy gyakorlatilag kezelhetetlen eredményeket kapnánk. A megadott számhármasok az összes teszt eredményének egységes leírását adják, mivel az azokban rejlő közös szabályozási jelleget képviselik. E mellett a három komponens mindegyike hordoz olyan információkat, melyeket a másik kettő nem tartalmaz. A szabályozási tevékenységet leíró függvények így kiválasztott három paramétere segítségével minden regisztrált függvényt leképezünk a három dimenziós euklideszi térbe, egy-egy függvénynek a tér valamely pontját feleltetve meg. Az ideális szabályozási tevékenységet az origó képviseli. A szabályozás jóságának összevont mértékéül ezek után elfogadhatjuk az origótól mért távolságot ( $t$ ).

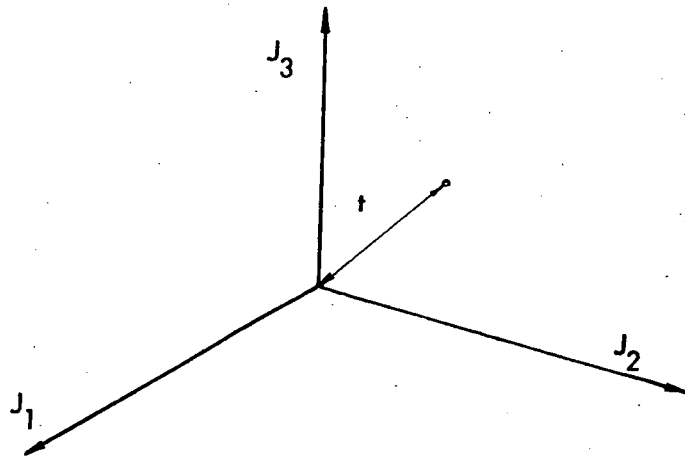
Itt szeretnénk utalni egy előző referátumra (E. R. John: Mathematical Description of Brain States), mellyel közös vonás - és az általános törekvés is a különböző regisztrátumok értékelésénél - hogy azokat viszonylag kevés dimenziós tér pontjaként állítsuk elő. Általában remény van arra, hogy megfelelő térben az egyes fiziológiai állapotokat jól tudjuk jellemezni, meg tudjuk fogni ezzel a néhány faktorial magát a jelenséget. Az élettan jelenlegi fejlettségi fokán ugyan nagyon ritka esetben tudjuk megmondani, hogy az általunk észlelt jelenségek experimentális vetületei, a kapott faktorok milyen élettani funkciókat takarnak, annak ellenére, hogy segítségükkel fenomenológiailag jól le tudjuk írni a jelenséget.

Nem várhatjuk természetesen, hogy adott, fiziológiailag azonos állapotokat reprezentáló pontok ugyanazon távolságra legyenek az origótól, ezért a távolságok mellett a pontok térbeli elhelyezkedését is vizsgálnunk kell. Keresünk azon tartományokat, melyek specifikusak egyes állapotokra, jelenségekre nézve. Megjegyezzük, hogy az azonos távolság is tartományt határoz meg, de igen speciális tartományt. Ennek ellenére a távolság vizsgálata igen fontos, ez ad lehetőséget arra, hogy egy következő lépésben különböző tesztek eredményeit interpretáljuk egyetlen euklideszi térben, melynek koordinátái az egyes tesztekben kapott távolságértékek (t.).

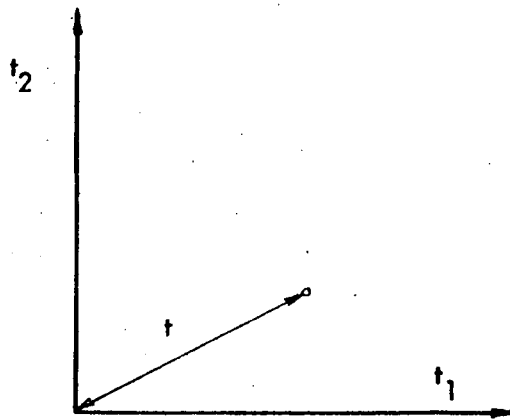
A kapott új tér pontjai (az origó is) az összetett szabályozási tevékenységet, annak minőségét jellemzik. Itt is az origó képviseli az optimális szabályozást, mivel egy összetett szabályozási rendszert akkor tekinthetünk tökéletesnek, ha minden szabályozási funkcióját ideálisan látija el. (Az ábrán csak a szemléltethetőség miatt vettünk fel kétdimenziós teret, a dimenziószámot az alkalmazott tesztek száma határozza meg.)

Tekintettel arra, hogy az eredeti számhármassok komponensei is általánosított távolságok (a négyzetes közép pl. a négyzetesen integrálható függvények terében mért távolság), az előző gondolatmenetnek megfelelően (a koordináták ott is általánosított távolságok) jogos a különböző tesztek összes komponensét egy  $3 \cdot n$ -es tér koordinátáinak tekinteni, melynek háromdimenziós alterei egy-egy tesztet jellemeznek ( $n$  a tesztek számát jelöli). Egy kiválasztott alteret (tetszőleges alteret!) az origótól benne mért távolság segítségével összevonhatunk egyetlen koordinátává, így csökkenthetjük az eredeti nagy dimenziószámot anélkül, hogy az összevont altérre vonatkozó információk jelentős részét elvesztettük volna, mivel éppen a szabályozási szempontból igen jellemző távolságot tartottuk meg.

Igy lehetőség nyílik arra, hogy a tesztek eredményeit igen sok vetületben vizsgáljuk, meghatározzuk egyes transzformált alterekben a különböző állapotokra jellemző tartományokat.



1. ábra



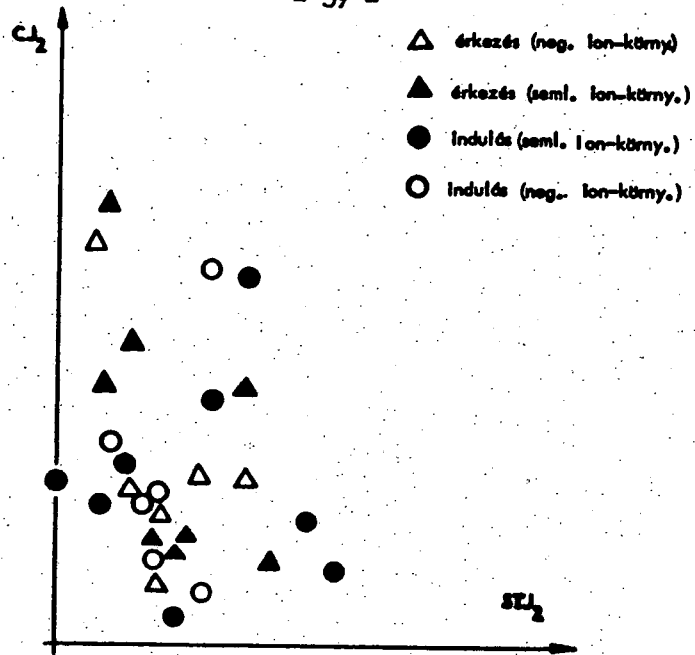
2. ábra

Az előzőekben leírtak illusztrálására egy igen egyszerű és régen alkalmazott vizsgálati eszközzel, a tremométerrel nyert eredmények feldolgozását ismertetjük. A kapott eredmények az eddig feldolgozott adatok kis száma, valamint munkánk kezdeti stádiuma miatt még nem jogosítanak fel komoly élettani következtetésekre, alapot adnak azonban arra, hogy megfelelőnek tekintsük az alkalmazott módszert a felvetett kérdés vizsgálatára. Az általunk alkalmazott tremométer kissé eltér az általában használatostól. A teszt lényege az, hogy a kísérleti személynek vékony fém pálcát kell bejuttatnia meghatározott méretű lyukakba és ott bizonyos ideig fixen tartania, lehetőleg úgy, hogy az a lyuk falát ne érintse. Míg a hagyományos megoldásnál az érintések számát regisztrálják, kísérleti berendezésünk az érintések összidejét is megadja. Jelen referátumunknak nem célja a tesztek részletezése és az idő rövidsége miatt sem térhetünk ki arra, hogy a tremométer által szolgáltatott adatokból hogyan határozhatók meg a kívánt paraméterek, pontosabban az első kettő. A maximum meghatározására jelenlegi eszközünk nem ad lehetőséget.

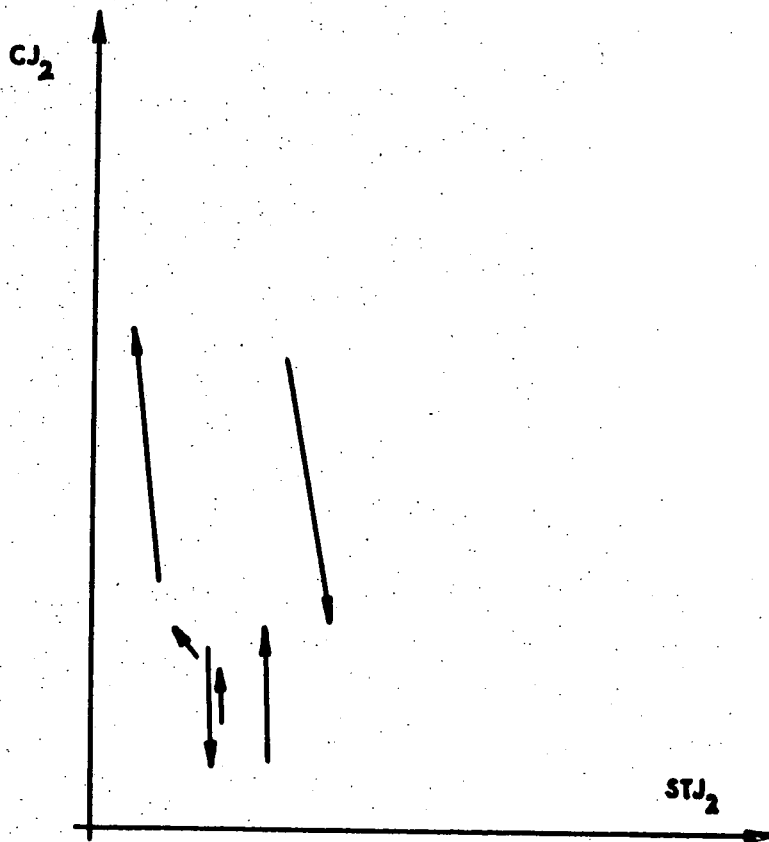
A tremométerrel két vizsgálatot végeztünk, melynek eredményeképp egy általunk célzási és egy statikus tremornak nevezett jelenség jellemzőit kapjuk. E két teszt együttes feldolgozása révén kapott néhány eredményt ismertetünk az alábbiakban.

A kísérleti személyeket munkaterhelésnek vetettük alá (gépkocsivezetés) és mind a munka megkezdése előtt, mind a munka befejezése után méréseket végeztünk rajtuk tremométerrel. A munkaterhelés közelítőleg azonos volt minden esetben. Emellett a kísérletek egy részében az ut természetes környezetben, más részében ionizátorral biztosított negatív ion-dús környezetben zajlott le.

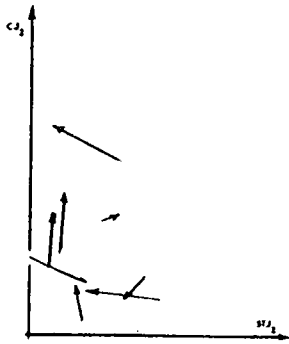
A 3. ábrán az eltérés négyzetes középértékét ábrázoltuk statikus ( $STJ_2$ ) és célzási ( $CJ_2$ ) tremor esetében. Megállapíthatjuk, hogy a pontok ezen állapotokban nem különböznek el sem az indulás-érkezés, sem az ionhatás szerint. Ugyanakkor a kísérleti személyek szabályozási funkcióinak változását jelző ábrákról leolvasható, hogy a változás negatív ion túlsúly környezetben lényegesen koncentráltabb (4. ábra), mint neutrális környezetben (5. ábra). Ez felhívja a figyelmet arra, hogy a vizsgálatoknál fokozottabb gondot kell fordítani a szabályozási rendszer állapotát tükröző paraméterek dinamikájának tanulmányozására. Ezt támasztja alá a statikus ill. célzási tremor alterében mért távolságok ( $STT$  ill.  $CT$ ) összefüggéseit mutató 6. ábra is. Ezen megfigyelhető, hogy amennyiben az  $STT$ - $CT$  térben mért indulási távolság nem halad meg egy kritikus értéket, ez a távolság a munkaterhelés hatására megnövekszik (a körön belülről induló nyílak kifelé mutatnak).



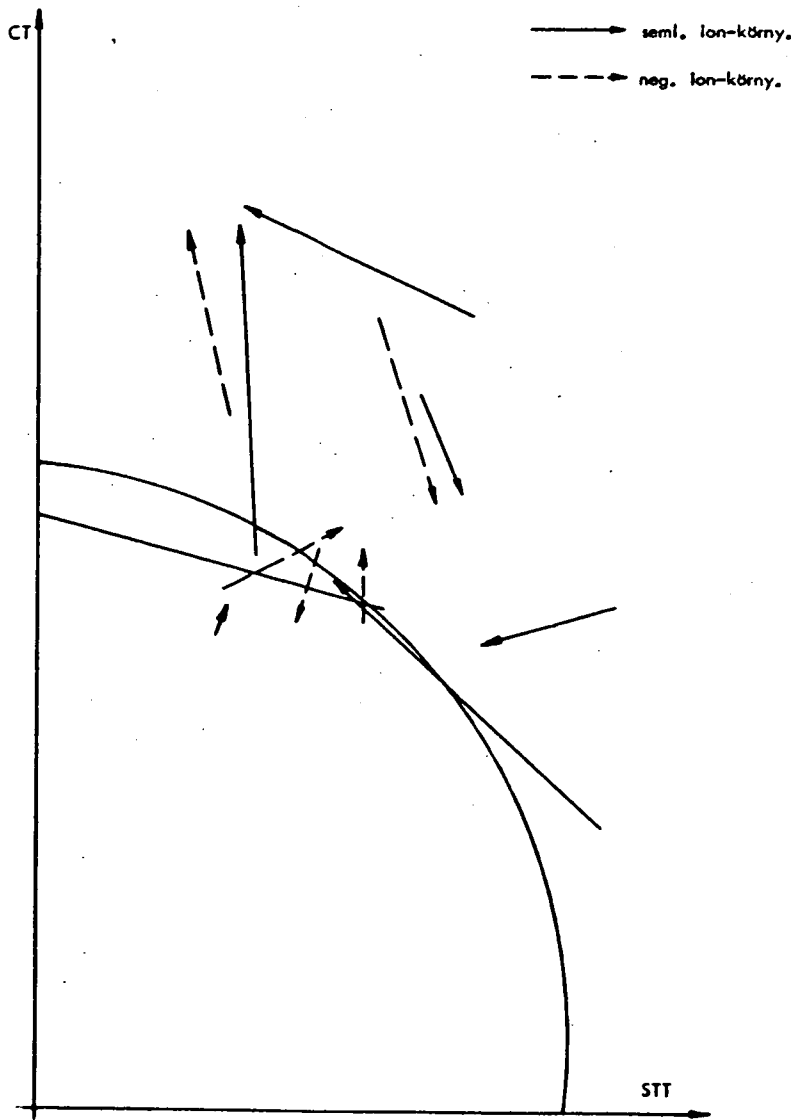
3. ábra



4. ábra



5. ábra



6. ábra

Ezzel szemben, ha az indulási távolság az említett kritikus értéknél nagyobb, a munkaterhelés hatására annak csökkenése figyelhető meg (a körön kívülről induló nyilak egy kivételével befelé mutatnak). Ezt a jelenséget úgy interpretálhatjuk, hogy a mérsékelt munkaterhelés hatására a szabályozási rendszerek egy bizonyos stabilitási tartomány felé törekszenek, ami pihentebb, jobb kondícióban levő kísérleti személyek esetén a szabályozási tevékenységek romlását, fáradtabbak esetében azok javulását eredményezi.

Az előző vizsgálatokban két teszt két-két jellemzőjével ( $J_1$ ,  $J_2$ ) dolgoztunk. Nyilvánvaló, hogy a leírt módszer nemcsak a tremométerrel végzett vizsgálatok eredményeinek értékelésénél alkalmazható, hanem minden olyan esetben, amikor az eredmények egy bizonyos optimumtól való eltérésként interpretálhatók és megadható az eltérés mértéke is valamilyen (egy vagy több) térben mért távolság felhasználásával (pl. a  $J_1$ ,  $J_2$ ,  $J_3$  mellett még más szabályozásméleti jellemzőt is figyelembe vehetünk). Így - és ezt eddigi eredményeink is alátámasztják - igen általános, hatékony módszert kaptunk, mely eredményesen alkalmazható felvetett probléma megoldásában.