

# Illúzió a szabad akarat? Idegtudományi- pszichológiai-filozófiai megfontolások

Molnár Márk<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup> HUN-REN Természettudományi Kutatóközpont, Kognitív Idegtudományi és Pszichológiai Intézet, Budapest, Magyarország

<sup>2</sup> Eötvös Loránd Tudományegyetem, Pedagógiai és Pszichológiai Kar, Pszichológiai Intézet, Budapest, Magyarország

## SZEMLE

Beérkezett: 2021. szeptember 4. • Elfogadva: 2023. december 28.

Megjelent az interneten: 2024. március 8.

© 2023 A szerző(k)



A szabad akarat képessége magától értetődőnek tűnhet, azonban a tudománytörténetben az erre vonatkozó determinisztikus (a szabad akarat lehetőségével összeegyeztethetetlen) és nem determinisztikus (a szabad akaratot megengedő) felfogás évszázadokra visszamenően követhető. A legfontosabb alapfogalmak tisztázását követően az akaratlagos mozgással kapcsolatos megfigyeléseket és ezek értelmezési lehetőségeit tekintjük át, többségében azokat, melyek az akaratlagos mozgás szándékát több 100 ms-mal megelőző felkészülési potenciál jelenségét alapul véve megengedik, vagy kizártnak tartják a szabad akarat lehetőségét. A kérdés szempontjából lényeges lehet annak mérlegelése, hogy képes lehet-e az idegrendszer termékeként felfogható pszichés tevékenység visszahatni magára az azt létrehozó rendszerre. Amennyiben ez lehetséges, ez nyitva hagyhatja a szabad akarat megvalósulásának lehetőségét.

## KULCSSZAVAK

akaratlagos mozgás, felkészülési potenciál, determinisztikus és nem determinisztikus felfogás, „downward causation”, „mental causation”

\* Levelező szerző. E-mail: molnar.mark@ttk.hu

## BEVEZETÉS

### Alapfogalmak, általános megfontolások

Első látásra az a képesség, hogy szabad akaratunk birtokában cselekszünk, döntéseket hozunk, választunk egyes lehetőségek között, evidens képességnek tűnik. Vagyis nem gépek vagyunk, melyek determinisztikus vezérlő hatásoknak megfelelően hajtanak végre akciókat. Vagy mégis?

Az alábbiakban a címben jelzett többszemponútú megközelítésre teszünk kísérletet, előtérbe helyezve az idegtudományi aspektusokat. E hangsúlyozás háttérben nem szakmai elfogultság, hanem a szerzői kompetencia mérlegelése áll. Az áttekintés kiindulási pontjaként egy pszichofiziológiai jellegű kísérletsorozat (Libet és mtsai, 1985, 1999) megfigyeléseit foglalom össze, majd azokat a reflexiókat ismertetem, melyeket közvetlenül vagy közvetve ezek inspiráltak. Előbb azonban a fontosabb alapfogalmakra és ezek későbbiek szempontjából is fontos aspektusaira térek ki.

Egy áttekintés bevezető részében joggal várhatná az olvasó a szabad akarat fogalmi definícióját. Amint azt a továbbiak remélhetőleg megerősítik, a kérdéskör „sokdimenziós”, multidiszciplináris jellege miatt e vonatkozásban minden szempontból kielégítő válasszal szolgálni nehéz, véleményem szerint reménytelen vállalkozás. Természetes, hogy más szempontot tart lényegesnek egy filozófiai-teológiai vagy egy pszichofiziológiai megközelítés. Erre a nehézségre a legtöbb szemlézett munka rámutat (lásd pl. Berninūnas és mtsai, 2021). A „szabad akarat” fogalmát merőben másképp értelmezik az angolszász nyelvterületen, mint pl. az ázsiai (mongol, kínai, indiai) kultúrkörökben (Berninūnas és mtsai, 2021).

A szabad akarat megléte az átlagember számára természetes adottság (Nahmias és mtsai, 2014), mely biztosítja az önkontroll lehetőségét olyan messzemenő következményekkel, mint pl. a felelősségvállalás kérdése. Ezt a képességet belső (pl. drogok hatása, értelmi fogyatékoság) és külső (pl. egy erőszakos munkahelyi vezető) tényezők egyaránt korlátozhatják. A bírósági-törvénykezési eljárások alapja az ítélethozatalkor a felelősség megállapítása, feltételezve a büntethetőség állapotát. Speciális képzettséget, szaktudást (törvényszéki orvostan, forenzikus pszichiátria) igényel annak megítélése, hogy a vélt bűnelkövető nem állt-e drogok hatása alatt, nem volt-e pszichotikus állapotban, stb. (Vonasch és mtsai, 2018; Nestor, 2019; Szabó és Balogh, 2022).

Az akarat megnyilvánulása tudatos cselekvést feltételez. A tudatos vs. tudattalan folyamatok szerepe kognitív folyamatokban közismert, nagy múltra visszatekintő dilemma, mely meghűződik számos pszichológiai, filozófiai problémakör háttérben (Pléh, 2018). Ebben a részletes elemzésben – címének megfelelően – a szerző azonban nem az „akaratlagos” folyamatok problémájára összpontosít. Lehet-e egyáltalán beszélni szabad akaratról, feltételezni azt a tudatosság hiányában? Mudrik és munkatársai (2022) részletesen elemzik ezt a kérdést, rávilágítva olyan tényezőkre (szenzoros előfejtés, a divat- és reklámpszichológia fortélyai stb.), melyek „öntudatlanul, akaratlanul” képesek befolyásolni a szabad döntési folyamatot. Mudrik és munkatársai (2022) konklúziója az, hogy bár bizonyos körülmények befolyásolhatják a szabadon meghozott döntés folyamatát, ez nem kellő súlyú érv ahhoz, hogy a tudatos<sup>1</sup> szabad akaratra való képesség kétségbevonható legyen.

<sup>1</sup>A szabad akarat és a tudatműködés jelensége nyilvánvalóan szorosan összefüggő, sőt átfedő problémakörök (Bignetti, 2014). Az agy és tudat problematikájának roppant gazdag irodalmából magyar nyelven is elérhető sokoldalú taglalás: lásd pl. Vizi, Altrichter, Nyíri és Pléh (2022). Az angolszász irodalomban elterjedten használt „mind” magyar megfelelője egy szóval nem írható le, az „elme”, „lélek”, „tudat” fogalmak sokszor eltérő kontextusban bukkannak fel (Szirmai, 2014, 50).



## A szabad akarat kísérletes vizsgálata, funkcionális neuroanatómiája, elektrofiziológiai korrelátumai

A szabad akarat vizsgálatát kísérletes, adott esetben laboratóriumi körülmények között vizsgálva – mely egyben e komplex kérdéskör kényszerű leegyszerűsítésével is jár – a vizsgált személy (vsz) számára három választási lehetőség biztosítandó: 1) tegyen meg valamit, vagy ne?; 2) ha igen, mikor?; 3) melyiket válassza a lehetőségek közül? Amennyiben a kérdéses cselekvés pl. a jobb vagy bal kéz ökölbe szorítása, a személy döntésén múlik, hogy az mikor történjék, melyik kézre vonatkozzon, vagy hogy az egyáltalán megtörténjék, vagy sem. Ez történhet teljes mértékben függetlenül a külvilág ingereitől, vagy egy előzetesen egyeztetett külső inger (pl. hanginger) által vezérelve. Az előbb felsorolt helyzetekben némileg eltérő agyi régiókban találtak aktivációt fMRI vizsgálatok során, tisztázódott e folyamatokban egyes neuronális hálózatok szerepe is (Delnatte és mtsai, 2023).

Az akaratlagos mozgás, ezen belül az önindította cselekvés idegrendszeri hátterének „klaszszikus” funkcionális neuroanatómiájára vonatkozó nézeteket értékes adatokkal egészítették ki a képalkotó eljárások. Igazolódott ezekben a folyamatokban a mediális és laterális prefrontális kéreg, a rostrális és elülső cinguláris régió, a supplementáris és pre-supplementáris motoros kéreg, valamint a parieto-temporális junkció kiemelkedően fontos szerepe, más-más hangsúlyokkal, függően az aktuális kísérleti helyzettől (Brass és mtsai, 2013; Delnatte és mtsai, 2023). Invazív eljárásokkal (agykérgi ingerlés tumoros betegeken) nyert adatok mutattak rá az alsó parietális lebeny szerepére (összefoglalóan lásd Nestor, 2019). E folyamat elektrofiziológiai korrelátumai jól ismertek: a mozgást 1000–2000 ms-mal negatív polaritású, frontocentrális eloszlású potenciál előzi meg („Bereitschaftspotential”, Kornhuber és Deecke [1965], vagy „felkészülési potenciál”, a továbbiakban FP). Emellett a mozgás ellenoldalán az ún. lateralizált FP is megfigyelhető, mely azt 300-500 ms-mal előzi meg (Shibasaki és Hallett, 2006).

## AZ ÁTTEKINTÉS ALAPJÁUL SZOLGÁLÓ TANULMÁNY ÉS ENNEK KÖZVETLEN KRITIKÁJA

A fentiek előre bocsátása után a jelen áttekintés kiindulópontjaként egy olyan, kezdetben csaknem kizárólag elektrofiziológiai módszerekkel és megközelítéssel végzett vizsgálat sorozat eredményeit és ennek következtetéseit mérlegelem, melyek intenzív reflexiókat váltottak ki számos különféle tudományterület képviselőiből. Libet 1965-től kezdődően publikált olyan közleményeket, melyek a tudatos-tudattalan folyamatok viszonyát, kapcsolatát vizsgálják. Ezek szerves folytatásaként az 1980-as évektől fordult figyelme azon jelenségek irányába, melyek alapján – elektrofiziológiai kísérleteinek eredményeiből kiindulva – arra a következtetésre jutott, hogy e folyamatok legalábbis egy része nem tartozhat a „tudatos” kategóriába.

Libet és munkatársai (1983, 1985, 1999) az akaratlagosan indított mozgás kapcsán észlelhető elektrofiziológiai jelek időviszonyait elemezték. Több vonatkozó publikációja közül kettőt emelek ki, mert ezek alapján az alapjelenség, az ezzel kapcsolatos értelmezési lehetőségek és nemzetközi visszhangjuk jól áttekinthető. Az *Unconscious cerebral initiative and the role of conscious will in voluntary action* című közleményében (Libet, 1985) ismerteti a kísérleti helyzetet, melynek során a vizsgált személy (a továbbiakban vsz) tetszés szerint választott időpontban egyik oldali kézfejjével vagy ujjaiával flexiós mozgást végzett. Nem volt tehát külső jelzés (inger),



melynek alapján a mozgást indítani kellett volna. A mozgást megelőzően két eltérő típusú felkészülési potenciál volt regisztrálható. Amikor a személyek (a későbbi „debriefing” során) semmiféle előzetes mozgástervezésről nem számoltak be, a fejtetőről (vertex) regisztrált FP a mozgást jelző elektromiogram (EMG) jelet mintegy 550 ms-mal ( $\pm 150$  ms) megelőzve indult. Amikor viszont a kísérletet követő „debriefing” alapján kiderült, hogy a spontán mozgásra vonatkozó instrukció ellenére a személy mégis gondolt arra, hogy mozgást fog végezni, az FP az EMG jel előtt 1050 ms-mal ( $\pm 175$  ms) kezdődött.

Azzal a céllal, hogy meghatározzák, mikor tudatosan a vizsgált személyben a mozgás indítására vonatkozó szándék, Libet és munkatársai a következő megoldást alkalmazták: a vsz, miközben a kísérlet zajlott, a mozgásra vonatkozó szándékának idejét egy katódsugár oszcilloszkóp ernyőjén körben mozgó pont aktuális pozíciójával jelölte meg, melyre emlékeznie kellett. Az illetéknéppen kapott információ – amint ezt Libet interpretálta – hasonló ahhoz, amit egy személy egy óra karjainak helyzetéről adott pillanatban megjegyez, és arról a későbbiekben beszámol. Ez az időpont összevethető az EMG kezdetével és az FP megjelenésével. Az eredmények szerint az önindította mozgás tudatosulásának időpontja mintegy 200 ms-mal előzte meg magát a mozgást. Azaz amikor a vsz teljességgel spontán mozdult, a felkészülési potenciál kezdete a mozgás szándékának tudatosulását mintegy 350 ms-mal megelőzte. Ez arra utal, hogy a felkészüléssel korreláló potenciál hamarabb keletkezik, mint az erre irányuló szándék. Mivel a tudatosan megélt mozgási szándék 150-200 ms-mal megelőzi az EMG-jel által jelzett izomkontrakciót, marad idő a kivitelezés megállítására, amennyiben így döntene a vsz (ez a „vétó-funkció” lehetősége). Adódik a Libet által megfogalmazott következtetés: az agyban lejátszódó folyamat, legalábbis az FP kezdeti szakaszát illetően, független az akarattól. Másképp fogalmazva: az agyban lejátszódó folyamatok – legalábbis ebben a kísérleti helyzetben és az alkalmazott módszerek adatai alapján – megelőzik a tudatos, mozgásindításra vonatkozó akaratlagos döntést.

Libet következtetései – nem meglepő módon – meglehetősen karcos véleményeket provokáltak a kortársak közül, melyeket a folyóirat konvencionálnak megfelelően kommentárként közöltek Libet (1985) cikkével együtt. Ezek közül röviden a legfontosabbnak tűnőket említem az alábbiakban. Az áttekintést megkönnyítendő előbb a metodikai kritikákat, majd az elméleti szempontokat kifogásoló megjegyzéseket veszem sorra, megjegyezve, hogy egyes szerzőknél ezek részben átfedik egymást.

Pszichofizikai szempontból problémák fogalmazhatók meg a módszer azon pontjával kapcsolatban, ahol a vizsgált személynek egy forgó pont pozícióját kellett megítélnie, melyet jelentős késéseket okozva befolyásolhatnak „párhuzamosan zajló intermodális szenzoros folyamatok” (Breitmeyer, 1985). Ugyanezt a szempontot hangsúlyozza Rollman (1985) és Wassermann (1985). Eccles (1985) szerint a mozgásindítás folyamata egészében tudatosként értékelendő, és összeegyeztethetőnek tartja Libet adatait saját dualista felfogásával, mely az agy és az elme kapcsolatát a „World 1-World 2” és a „liaison agy” viszonylatában értelmezi. Eccles felveti, hogy hibaforrás lehet az FP-t megjelenítő átlagolási technika, mert elfedi az egyébként fontos „zaj” jelenségét (lásd később). A Libet-kísérlet egyik legvitathatóbb pontjára mutat rá Latta (1985), amikor felhívja arra a bizonytalanságra a figyelmet, amely abból adódik, hogy a részvevők személyes, azaz szubjektív beszámolóját fogadják el a mozgásindítás szándékának időzítésére vonatkozólag. Mi garantálja ennek pontosságát, megbízhatóságát?

Amennyiben a felkészülési folyamat nem tudatosan kezdődik, miként lehetséges, hogy egy olyan tudatos kontroll funkció bírálhatja ezt felül („vétó-funkció”), mely időzítését tekintve az



előbbihez képest később indul? Doty (1985) szerint ez a feltevés a jelenséget a freudi „poetikus fantáziavilág” kategóriájába állítja be. Lehetséges, hogy Libet kísérlete során különböző (motoros, memória, figyelmi) funkciók szempontjából eltérő fontossággal bíró idegrendszeri struktúrákat involválnak, aminek mérlegelésével Libet adós marad (Jasper, 1985). Merőben új szempontra világít rá MacKay (1985), akinek véleménye szerint az elektrofiziológiai jelek csupán agyi folyamatok korrelátumai, melyek elemzése nem nyújt elegendő támpontot a tudatos/nem tudatos – akaratlagos/nem akaratlagos jelenségek dimenziójának bevonására. Véleménye szerint nincs elegendő bizonyíték a vitatott jelenségkörben ok-okozati összefüggések feltevéséhez és ahhoz, hogy feltételezni lehetne tényleges kontrollfunkció szerepét az egyébként sztochasztikus alapelvek mentén működő idegrendszeri folyamatokban. A Libet által alkalmazott kísérleti helyzetben Näätänen (1985) szerint nincs igazán szabad döntési helyzet, mert a személy már korábban megismerte és elfogadta a végrehajtandó roppant egyszerű feladat körülményeit. Rugg (1985) – ellentétben Eccles álláspontjával – azt állítja, hogy semmiféle bizonyíték nincs arra, hogy a mozgásindítás bármelyik, akár rejtett, akár megfigyelhető összetevője tudatos kontroll alatt lenne; ezek introspektív megközelítése nem lehetséges. Scheerer (1985) kifogásolja, hogy Libet úgy „ugrik át a neurofiziológiáról a filozófiára, mintha nem lenne közben a pszichológia”. Rámutat, hogy az akarat mint pszichológiai entitás már olyan „klasszikus” pszichológusok számára is, mint William James vagy Narziss Ach, kiugróan fontos téma volt. Ach úgy tekintett az akaratra, mely mintegy szelektál a lehetséges megvalósítható és végrehajtható műveletek között. Libet a megfigyelt jelenséget és az eredményeket tulajdonképpen dualista szemléletnek megfelelően értelmezi, állítja Wood (1985). Az a feltevés, hogy amennyiben egy motoros művelet akaratlagosan indított, akkor ezt a tudatosan megélt szándéknak meg kell előznie, téves. Wood szerint a folyamatban szereplő neuronális folyamatok fizikai természetüknél fogva időigényesek, így természetes, hogy ezek már a tudatosulást megelőzően elkezdődnek.

Úgy látszik, hogy a fenti ellenvetések és kritikák nem eredményezték azt, hogy Libet nézeteit a kérdéssel kapcsolatban lényegesen módosítsák; legalábbis erre lehet következtetni következő publikációja (1999) alapján. Ez a közlemény azért is említésre érdemes, mert az alapjelenség összefoglalásán túl kitér a probléma etikai-filozófiai vonatkozásaira. Etikai-erkölcsi alapvetés, hogy az egyén csak konkrét cselekedetei alapján ítéltető meg, állítja Libet. Az is döntés eredménye, amikor erre vonatkozó késztetés ellenére valaki nem tesz meg valamit, vagy az elindított cselekvést megállítja – ez lenne a vétő funkció. Sem a determinisztikus álláspont (mely szerint meghatározott fizikai folyamatok állnak a szubjektív élmények mögött, vezérelve az akaratlagos folyamatokat), sem ennek ellentéte (mely szerint ilyen természetű folyamatok nem elegendők ehhez) nem kellően bizonyítottak. Az utóbbi lehetőség azt jelentené, hogy az agy befolyásolni képes a benne lezajló fizikai (biokémiai stb.) folyamatokat. Libet konklúziója, hogy a publikációja írásának idején a fentiekben vázolt dilemma az általánosan elfogadott tudományos bizonyítás követelményei szerint nem eldönthető.

## LIBET MEGFIGYELÉSEINEK KÉSŐBBI VISSZHANGJA, ÉRTELMEZÉSI LEHETŐSÉGEK

Az alábbiakban – miközben próbálom a Libet-közlések által inspirált publikációk megjelenésének időrendjét is tekintetbe venni – azokat a munkákat emelem ki, melyek megítélésem szerint érdemben járultak hozzá a kérdés továbbgondolásához.



## Módszertani ellenvetések, paradigmaticus és értelmezési alternatívák

Trevena és Miller (2002) Libet-kísérletével összehasonlítva jóval nagyobb számú vsz-en végzett mérések során próbálták reprodukálni annak eredményeit. Felhívják arra a technikai problémára a figyelmet, mely a kritikusan fontos átlagolással nyert FP látenciájával kapcsolatos (ami egyébként a technikát alkalmazók számára közismert): a látenciák egyedi próbák során jelentősen szórnak, ez az információ azonban az átlagolással nyert potenciál esetén már nem hozzáférhető. A szerzők fenntartásokkal, de elfogadhatónak tartják az FP-vel kapcsolatos Libet-álláspontot, de a kézmozgással kapcsolatos lateralizált FP-re vonatkozóan már nem. Deecke és Kornhuber (2003) rámutatnak, hogy ebben a kontextusban nem megfelelő az „egyszerű sztereotíp” jellegű mozgásformák tanulmányozása, valamint hogy a döntés folyamata nem köthető egy adott időponthoz. A szabad döntési funkció realizálódásának alapjául nem ok-okozati, hierarchikus viszonyban álló agyi struktúrák, hanem neuronális hálózatok szerepét hangsúlyozza Haggard (2008), valamint Funk és Gazzaniga (2009) – ez előremutató feltevés a későbbiekben egyre hangsúlyosabb szerepet kapó hálózatok jelentőségét illetően. A Bereitschaftspotentiallal kapcsolatos vonatkozó nézetek áttekintésének konklúziójaként Imhof és Fangerau (2013) kiemeli Kornhuber és Deecke (2012) azon megállapítását, mely szerint: „Az a tény, hogy a szabad akaratnak azonosítható a fizikai alapja, nem cáfolja meg a szabad akarat tényét, hanem éppen valósá teszi.”

Bode és munkatársai (2014) az irodalmi adatok részletes áttekintő értékelésében rámutatnak, hogy egy „szabad” döntés meghozatalának során a pillanatról pillanatra változó belső tényezők (pl. az aktuális vércukorszint) lényeges, akár döntően fontos szereppel bírhatnak. Döntés kérdése, hogy egy éhes személy elfogyasztja-e azt a bizonyos csokoládészeletet, vagy elutasítja, de melyik verziót értékelhetjük „szabadnak”? A külső és belső ingerek által előidézett készlet állapota egy kontinuum mentén képzelendő el, melynek akcióban megnyilvánuló végeredménye illetéknéppen az önkontroll függvényeként fogható fel. Funkcionális mágneses rezonancia (fMRI) módszerrel végzett vizsgálatok segítségével a mediális prefrontális, valamint mediális hátsó parietális kéregben megfigyelt változások akár 7 sec-mal megelőzhetik döntési kísérleti helyzetben ennek tudatosulását. Továbbmenve, Bode és munkatársai utalnak arra a számos megfigyelésre, melyek igazolják, hogy az egyes döntések mennyire függenek az aktuális kísérleti helyzetben hozott korábbi döntésektől és a helyzet kontextusától (Usher és mtsai, 2013), különösen a kockázattal járó esetekben (Kardos és mtsai, 2017). Teljesen kontextusmentes helyzet, azaz döntés nem létezik: ha nincs is külső kiváltó inger, a belső környezet és a helyzet előzményei szintűgy kontextusértékkel bírhatnak. Bode és munkatársai (2014) nem kerülnek meg a kérdés morális vetületét: a szerzők szerint az, hogy valaki képes egy megtörtént cselekedet megbánására azt kívánva, hogy bár ne követte volna azt el, egy szabadon cselekvő ágenciára utal.

Bignetti (2014) szerint a szabad akarat illúzió. A cselekedetek indítása mindig öntudatlan folyamat, mely azután némi késéssel visszahat az idegrendszerre, azt a látszatot keltve, hogy az akaratlagos volt, és olyan élmény keletkezését eredményezi, mely pl. a felelősségérzés kiváltásában nyilvánulhat meg. Tehát egy akaratlagos cselekedet végrehajtásának első fázisa belső és külső ingerek hatása valószínűségi mérlegelésének eredményeként érvényesülő nem tudatos folyamat, mely csak később válik tudatossá. Bignetti (2014) szerint a magatartás determinisztikus ok-okozati magyarázata végső soron azt jelenti, hogy minden döntés tulajdonképpen kondicionált, azaz a szabadság nem létezik. A szerző szerint inentől kezdve a neurobiológián a sor, hogy a kérdés további feltárásában szerepet vállaljon.



A biológus Heisenberg (2009) annak fontosságát hangsúlyozza, hogy a viselkedés nem kizárólag külső ingerekre adott válaszreakciók megnyilvánulása, hanem önindított cselekvés is lehet. Véleménye szerint az életjelenségek hátterében a randomitás és a determináltság összhangja áll. A randomitásra számos bizonyíték ismert (ilyen pl. a membránokban az ioncsatornák működése és sok más hasonló jelenség), márpedig, ha random folyamat elindíthat egy viselkedési formát, akkor ez egyben azt is jelenti, hogy a rendszer külső inger nélkül is képes önindította cselekvésre. Heisenberg azt állítja, hogy ez azonban már az evolúció kezdeti szintjén, a baktériumok mozgásán is megfigyelhető. A szerző szerint a szabad akarat kizárólagos feltétele, ha a cselekedetek végrehajtását nem határozza meg, nem befolyásolja valami vagy valaki. Következtetés: a tudatos döntéshozatal nem szabadság kérdése, a lényeges szempont, hogy ez mindenféle befolyás nélkül történjék.

Számos szempont és a vonatkozó, eltérő módszerekkel nyert kísérleti adatok alapján kialakított vélemény ütköztetésének mérlegelése alapján Brass és munkatársai (2019) arra a konklúzióra jutottak, hogy bár Libet megfigyelései reprodukálhatónak bizonyultak, ezek eredeti interpretációja nem helytálló. Az FP és a tudatosult mozgás szándékának időviszonyait elemző tanulmányok megkérdőjelezték ezek Libet által feltételezett összefüggését, illetéknéppen azt is, hogy azonosítható-e a mozgásra vonatkozó szándék tudatosulásának időpontja. Brass és munkatársai szerint az eddig megismert adatok alapján az valószínűsíthető, hogy a döntéshozatal magával az FP-vel azonosítható, a tudatosulás csak „nagyon röviddel” (ennél pontosabb meghatározást nem adnak) a motoros akció előtt történik. Mindent összevéve Brass és munkatársai konklúziója az, hogy a Libet-féle kísérlet alapján nem lehet eldönteni, hogy a szabad akarat létezik, vagy sem.

A bizonyos ismétlési frekvenciával folyamatosan adott ingerek (vizuális, akusztikus stb.) potenciálfluktuációt váltanak ki (ez az ún. steady-state kiváltott potenciál, a továbbiakban SSKP) az idegrendszer megfelelő területein, mely éppúgy elemezhető, értékelhető, mint a „hagyományos”, egy-egy ingerre adott válasz átlagolásával nyert kiváltott potenciál. Az SSKP-módszert használták Van Schie és munkatársai (2022), amikor ellenőrizni kívánták a Libet-kísérlet következtetéseit. A kiindulópont az a feltételezés volt, hogy ilyen módszerrel az akaratlagos kontroll megnyilvánulásának lehetősége az időviszonyok miatt nagyobb eséllyel érvényesülhet, mint a korábban használt paradigmák során. Kísérletükben a személyeknek gombnyomással kellett reagálniuk egy 1,5 Hz frekvenciával adott hangingerre. Mindkét kezük középső és mutatóujját használhatták tetszés szerinti sorrendben a „szabadválasztásos helyzetben” (SZVH) és a „kognitív kontroll helyzetben” (KKH). Utóbbi esetben arra kaptak instrukciót, hogy kerüljék az ismétlődő válasz mintázatokat, azaz randomizálják válaszaikat. Irodalmi adatok arra utalnak, hogy amennyiben nincs instrukció, a válaszokra az egyszerű alternáló (pl. jobb-bal) ismétlődő mintázatok lesznek jellemzők. A szerzők elvezették a motoros és premotoros régióknak megfelelő motoros SSKP-kat, és meghatározták a frontális középvonali théta teljesítményt, mely utóbbi irodalmi adatok alapján végrehajtó folyamatokkal (kognitív kontroll, munkamemória, irreleváns ingerek gátlása stb.) hozható kapcsolatba. Van Schie és munkatársai azt találták, hogy a személyek képesek voltak az automatikus jelleggel végrehajtott spontán mozgástendenciát random jellegűvé átalakítani. Míg az SSKP-k amplitúdója kisebb (gátló neurofiziológiai mechanizmusra utalva), addig a középvonali frontális théta teljesítmény viszont nagyobb (intenzívebb kontroll folyamatnak megfelelően) volt a KKH-helyzetben az SZVH-helyzettel összehasonlítva. (Viselkedéses változókat is vizsgáltak, kiszámítva a mozgásminták valószínűségeit, ami azok megjósolhatóságát kvantitatív módon jellemezte: a random mintázat kevésbé előre jelezhető.) Következtetéseik szerint a megfigyelések arra utalnak, hogy lehetséges az automatikus mozgástendencia akaratlagos kontrollja, mely a motoros akció előkészítésének és végrehajtásának



befolyásolása révén valósul meg. Szerzők szerint az „akaratlagos kontroll” működésének igazolása megkérdőjelezi a szabad akarat tagadását képviselő nézetek megalapozottságát.

## A „downward causation”<sup>2</sup> elve és következményei

Szentágothai (1984) felismerte és igazolta az agykérgi neuronok összekötöttségében a merev huzalozottság mellett található random jellegét. Szentágothai ebben vélte megtalálni (genetikusság és más tényezők által determinált jellegesen túl) annak okát, hogy az idegrendszer – mint diszzipatív, azaz nyitott, nem egyensúlyban levő struktúra – működésében teret kap a véletlenszerűség. Ezzel részben összefüggő és más – itt nem érintett – megfontolások alapján Szentágothai megfogalmazta a „downward causation” elvét, melynek alapján kiutat látott, ill. javasolt a redukcionista és a dualista dilemmából; feltevése szerint a pszichés funkciók, mint az agy „termékei”, képesek visszahatni magára az azt létrehozó rendszerre (Szentágothai, 1984).

Amennyiben a jövőt a múlt teljes mértékben meghatározza, akkor nincs helye alternatív választási lehetőségeknek (Mitchell, 2018), ami egyben kizárja a szabad akarat lehetőségét. A szerző – és ebben álláspontja emlékeztet az eredetileg morfológiai szempontok alapján funkcionális általánosítás szintjére lépő Szentágothai érvelésére – szerint azonban éppen a randomitás (lásd később) jelensége ad egy bizonyos szabadságot a merev ok-okozati összefüggések korlátján történő túllépéshez. Mitchell szerint a neuronok közötti kommunikáció sokkal több, mint „egyszerű” akciók potenciálok bizonyos mintázatú sorozata; a szinapszison megvalósuló kommunikáció ezen túl egyben információhordozó „üzenet” is. Ebben a kontextusban a részt vevő elemek (atomok, molekulák stb.) csupán a fizikai közvetítői egy információnak. Az átadott információ jelentését-jelentőségét meghatározzák a rendszer múltbeli tapasztalatai és hogy milyen teendők lehetnek a nyert információ birtokában. Mitchell szerint ez nem körkörös ok-okozati érvelés, azaz a rendszer dinamikus plaszticitásával képes önmagára visszahatni. A szerző olyan fogalmakat használ, mint pl. a „dinamikus neurális mintázatok”, „reprezentáció” (mely utóbbi jól ismert pl. a kognitív pszichológia terminológiájában). Ehhez az időviszonyok adottak, a döntési folyamat soha nem pillanatszerű.

## Randomitás, sztochasztikus folyamatok, „zaj”

A klasszikus fizika törvényei determinisztikus jellegűek, azaz egy véletlenszerű elemektől mentes világra vonatkoznak. Vonatkozik ez az idegrendszerre is: a szabad akarat tehát összeegyeztethetetlen a determinisztikus világgal. A kvantumjelenségek világára azonban ez a feltétlen determinizmus már nem állítható.

A random, sztochasztikus jelenségek lényeges szereppel bírhatnak számos biológiai rendszer, így pl. az idegrendszer működésében, mely lehetőség összefüggésbe hozható a szabad akarat problémakörével (lásd fent többek között Eccles, 1985; Landsman, 2017). Az említett szerzők felfogása szerint ez nyitva hagyja a szabad akarat megvalósulásának lehetőségét, míg mások ezt nem fogadják el (Hawking és Mlodinow, 2011). Mechanisztikus jellegű Friston elmélete (2010), mely szerint az idegrendszer a „szabadenergia minimalizálási” elvnek megfelelően a bayesiánus

<sup>2</sup>A „downward causation” (ill. a „mental causation” lásd később) fogalma emlékeztet a pszichológiai szakirodalomban (is) jól ismert, tehát magyarázatra itt nem szoruló „top-down” (ill. „bottom-up”) kifejezésekre. A „lefelé okozás” a Szentágothaitól idézett kontextusban a pszichés folyamatok visszahatása az azokat létrehozó idegrendszeri struktúrákra. Ezzel tulajdonképpen rokon a „mental causation”, azaz „mentális okozás” elve.





statisztika szabályszerűségeivel leírható módon szabályozza (csökkenti) a szenzoros bemenet és az arra vonatkozó predikció közötti különbséget. A szabad akarat kvantumfizikai-kvantumbiológiai vonatkozásairól [Davies \(2021\)](#) tudományterjesztő céllal írt magas színvonalú könyvében ennek külön fejezetet szentel, melyben a szerző végső soron nyitva hagyja a determinisztikus-nem determinisztikus dilemma megoldását (pp. 259–264).

[Braun \(2021\)](#) a sztochasztikus, ill. determinisztikus folyamatok jelentőségének részletes áttekintő elemzése során a kérdéskör több szintjét különíti el (miközben az atomfizikai kvantummechanikai aspektust teljesen mellőzi). A szerző rámutat, hogy a véletlenszerűség, randomitás elemi szinten is jól ismert (ilyen pl. a jól ismert Brown-féle mozgás az élettelen világban). A következő szintként foghatók fel az egy sejt, pl. neuron membránján lezajló folyamatok, melyeket még a „nyugalmi” állapotnak megfeleltethető potenciálingadozás esetében is számos egymással is interakcióba lépő neurotranszmitter, neuromodulátor, ill. neurohormonális hatás határoz meg. Még egy neuron esetében is kiszámíthatatlan – mert lényegét tekintve nem lineáris jellegű – ez a hatás, ugyanakkor ismert, hogy egyidejűleg sok tízezer neuron befolyásolja (aktiváló és gátló módon) egymás állapotát. Ezt a külső megfigyelő mint „zajt” észleli pl. egy extracelluláris mikroelektroddal mérve az agykéreg elektromos aktivitását. Kiszámíthatatlan az is, pontosan mikor mozdul el ez a kvázi-nyugalmi állapot az egyik, pl. olyan aktivált állapotba, mely akciós potenciálok keletkezésével járhat.

A „zaj” jelensége alapvetően fontos szerepet játszhat az élővilág egyik legérzékenyebb receptorféléjének, a cápák termoszenzitív elektroreceptorainak (az ún. Lorenzini-ampullák) a működésében. A receptorok sejtjeinek oszcilláló membránpotenciálja olyan közel kerülhet az ingerküszöbhez, hogy az ennek irányába történő véletlenszerű elmozdulás is aktivációt eredményez. Braun szerint mindez úgy értelmezhető, hogy a „zaj” rendkívül érzékennyé és egyben flexibilissé is teszi a rendszer (a receptor esetében egy neuroncsoport) működését, és éppen ez az, amiért nem tartható determinisztikusnak az agy működése. Ez a jelenség – a „zaj” – [Schurger és munkatársai \(2012, 2016, 2021\)](#) szerint a felkészülési potenciál keletkezésében fontos szerepet bír. A komplex együttműködések következtében minimális elmozdulás a rendszer „nyugalmi állapotából” (ilyen tulajdonképpen nem is létezik) aránytalanul intenzív választ eredményezhet. Rokon természetű jelenség ez a sztochasztikus rezonanciával: a rendszer által keltett zaj optimális irányba tolja el az ingerküszöböt (lásd többek között [Buzsáki, 2006, 155](#)). A neuronális „zaj” kognitív folyamatok szempontjából is sejthetően fontos biológiai szerepére számos megfigyelés utal (pl. [Berkes és mtsai, 2011](#); [Stocker és Simoncelli, 2006](#)).

[Delnatte és munkatársai \(2023\)](#) – kiemelkedő színvonalú, a legkülönbözőbb aspektusokat átfogó, kurrens – elemzésükben kiemelten fontosnak tartják azokat a megfontolásokat, melyeket [Schurger és munkatársai](#) korábban már említett közléseikben fogalmaztak meg a FP genezisének kapcsán. Ezek szerint éppen az – EKP-k megjelenítéséhez egyébként jórészt megkerülhetetlen – átlagolás művelete az, mely elfedi az FP keletkezésével kapcsolatos más folyamatokat, konkrétan azt az aktivitást, melyre konvencionálisan zajként tekintenek a technikát használók. (Erre az aspektusra már [Eccles \[1985\]](#) is felfigyelt, lásd a fentiekben említett [Libet \[1985\]](#) publikációjához fűzött megjegyzéseit.) Az átlagolás során az a zaj „vész el”, mely viszont lényeges szereppel bírhat az FP kialakulásának megértésében. A kísérlet során a mozgással egyidejű (később összeátlagolt) random zaj időnként meghaladhat egy küszöbértéket, mely mechanizmus megfelel az ún. (csak esetlenül lefordítható) „accumulation-to-bound evidence” modell releváns információ- („kontextus”) nyereső folyamatának. Amennyiben úgy átlagolják vissza az FP-nek megfelelő EEG-szakaszt, hogy annak az az indulópontja, amikor a zaj kritikus küszöbértéket meghalad, úgy



az FP korai fázisához hasonló jel nyerhető ki (Schurger és mtsai, 2012). Ez egyben azt is jelenti, hogy a mozgásszándék időpontja nem annak felel meg, amikor az erre vonatkozó döntés néhány 100 ms-mal korábban öntudatlanul megtörtént (ez a Libet-féle álláspont), hanem magával a tudatos döntés időpontjával azonos (Brass és mtsai, 2019). Más szóval, a mozgásindításra vonatkozó döntés teljes mértékben tudatos folyamat (ami megfelel Eccles [1985] korábban idézett megjegyzésének). A fentiekkel egybecseng a neuronális zaj rendszer-érzékenyítő szerepével kapcsolatos korábbi hivatkozások konklúziója (Braun, 2021; Buzsáki, 2006, 158).

## A „mental causation” elve

Jóllehet az idegtudományi-természettudományi oldal képviselői számára (legtöbb esetben) vitathatatlan, hogy a pszichés folyamatok anyagi szubsztrátuma a központi idegrendszer, a kérdés összetettségét jól jelzi, ahogyan erre vonatkozó véleményét a neurológus-pszichiáter Szirmai megfogalmazza: „Bármilyen biológiai vagy technikai – fizikai – magyarázattal próbálkozunk, be kell ismerni, hogy semmi használható elképzelésünk nem lehet arról, hogy a materiális idegrendszer materiális működése következtében hogyan alakul ki az immateriálisnak tartott gondolkodás. Ezért a dualista szemléletű tudósok álláspontja érthető, de magyarázataik ugyanúgy hipotézisek, mint azoké, akik a materialista monizmus álláspontjáról tekintik az idegrendszernek a tudattal és az énnel kapcsolatos működését” (Szirmai, 2014, 421).

A „mental causation” elve, ill. lehetősége még egy lépéssel tovább megy. Ez a lehetőség a Szentágothai által felvetett „downward causation”-nak lényegében megfeleltethető „mental causation”, melynek filozófiatörténeti gyökereire Delnatte és munkatársai (2023) tanulmánya részletesen kitér. Delnatte és munkatársai közleménye az eredeti Libet-féle helyzet számos aspektusát újra boncolgatja, és felvet néhány általános érvényű kérdést. Többek között azt, melynek latolgatása során a szerzők azt firtatják, képes-e egy mentális folyamat fizikai cselekvéshez vezetni. Ennek a szabad akarat problémájára vonatkozó legfontosabb vonatkozása annak feszegetése, lehetséges-e a nem anyagi természetű pszichés tevékenység visszahatása az azt létrehozó anyagra, avagy sem? A lehetőséget tagadó felfogás a reduktív fizikalizmus, az azt megengedő a nem reduktív fizikalizmus néven ismert álláspont.

Delnatte és munkatársai (2023) felhívják a figyelmet arra is, hogy a Libet-kísérletben végzett mozgásnak nincs jelentősége, következménye, „tétje”. Valósabb, életszerűbb körülmény lehetne, amennyiben a szabadon választott lehetőségek tényleges következménnyel bírnának, mint pl. az, hogy a vsz pénzt adományozhat egyik vagy másik kiválasztható, meghatározott célra (Maosz és mtsai, 2019). Számos szempont és a különböző érintett tudományágak álláspontjának részletes elemzése eredményeként Delnatte és munkatársai (2023) óvatos, de megalapozottnak tűnő következtetése az, hogy a jelenleg rendelkezésre álló adatok, „evidenciák” nem nyújtanak elegendő alapot a szabad akarat lehetőségének cáfolatához.

## ÖSSZEZÉS, KÖVETKEZTETÉSEK

A fentiekben mérlegelt kísérletes és elméleti munkák alapján úgy vélhető, hogy a kérdés, mely csaknem egybeesik az utolsó szemléltetett közlemény címével, hogy ti. segíthet-e az idegtudomány a szabad akaratról szóló filozófiai vita eldöntésében, egykönnyen nem válaszolható meg. Az mindenesetre megállapítható, hogy a kiindulópontnak választott Libet-közleményt amellelt, hogy jelentősége vitathatatlan, számos komoly, megalapozott kritika érte mind metodikai, mind



teoretikus szempontból. Nyilvánvaló nehézséget, sőt hátrányt jelent, hogy a kérdésben érdekelt különböző tudományágak képviselői sokszor egészen más terminológiát használnak, más alapelvek mentén terveznek vizsgálatokat és vannak le következtetéseket (Braun, 2021).

Ennek az áttekintésnek a konklúziója sem vállalkozhat átütően érvényes meggyőző megoldások kínálatára. Ígéretes lehet – véleményem szerint – az az álláspont, melynek kiindulópontja annak fontolgatása, lehetséges-e, hogy az idegrendszer termékeként (lásd fent) felfogott pszichés tevékenység visszahat magára az anyagra, mely azt létrehozta. Ennek esélyeit mérlegeljük és tartják elfogadhatónak többek között Szentágothai (1984), Mitchell (2018) és Delnatte és munkatársai (2023) idézett munkái a „downward causation” és „mental causation” (nem redukcionista fizikalizmus) elvének ismeretében. Amennyiben a kérdésre a válasz igen, úgy ez nyitva hagyhatja a szabad akarat megvalósulásának lehetőségét.

Pehelykönnyű kompromisszum a fenti megállapítás? Meglehet. Egy megkerülhetetlen nehézséget azonban érdemes figyelembe venni. Jelen ismereteink szerint az emberi idegrendszer az általunk ismert univerzum legkomplexebb működésű struktúrája. Nincs más lehetőségünk, mint az, hogy ennek funkcióit, ideértve a legbonyolultabb mentális tevékenységet is, ugyanezzel a komplexitású rendszerrel (azaz az emberi aggyal és eszközeivel) vizsgáljuk. Az ebből adódó korlátok következményeit el kell fogadni.

## IRODALOM

- Berkes, P., Orbán, G., Lengyel, M., & Fiser, J. (2011). Spontaneous cortical activity reveals hallmarks of an optimal internal model of the environment. *Science*, 331, 83–87.
- Berninūnas, R., Beinorius, A., Dranseika, V., Silius, V., & Rimkevicius, P. (2021). The weirdness of belief in free will. *Consciousness and Cognition*, 87. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2020.103054>.
- Bignetti, E. (2014). The functional role of free-will illusion in cognition: “The Bignetti model”. *Cognitive Systems Research*, 31–32, 45–60.
- Bode, S., Murawski, C., Soon, C. S., Bodee, P., Stahlf, J., & Smith, P. L. (2014). Demystifying “free will”: The role of contextual information and evidence accumulation for predictive brain activity. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 47, 636–645.
- Brass, M., Furstenberg, A., & Melec, A. R. (2019). Why neuroscience does not disprove free will. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 102, 251–263.
- Brass, M., Lynn, M. T., Demanet, J., & Rigoni, D. (2013). Imaging volition: What the brain can tell us about the will. *Experimental Brain Research*, 229(3), 301–312. <https://doi.org/10.1007/s00221-013-3472-x>.
- Braun, H. A. (2021). Stochasticity versus determinacy in neurobiology: From ion channels to the question of the “free will”. *Frontiers in Systems Neuroscience*, 15, Article 629436.
- Breitmeyer, G. (1985). Problems with the psychophysics of intention. *The Behavioral and Brain Sciences*, 8, 539–540.
- Buzsáki, Gy. (2006). *Rhythms of the brain*. Oxford.
- Davies, P. (2021). *Démon a gépezetben*. Akkord: Talentum Tudományos Könyvtár.
- Deecke, L., & Kornhuber, H. H. (2003). Human freedom, reasoned will, and the brain: The Bereitschaftspotential story. In M. Jahanshahi, & M. Hallett (Eds.), *The Bereitschaftspotential: Movement-related cortical potentials* (pp. 283–320). New York: Kluwer Academic/Plenum Publ.



- Delnatte, C., Roze, E., Pouget, P., Galléa, C., & Welniarz, Q. (2023). Can neuroscience enlighten the philosophical debate about free will? *Neuropsychologia*, 188, 108632. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2023.108632>.
- Doty, R. W. (1985). The time course of conscious processing: Vetoes by the uninformed? *The Behavioral and Brain Sciences*, 8, 541–542.
- Eccles, J. C. (1985). Mental summation: The timing of voluntary intentions by cortical activity. *The Behavioral and Brain Sciences*, 8, 542–543.
- Friston, K. (2010). The free-energy principle: A unified brain theory? *Nature Reviews Neuroscience*, 11, 127–138.
- Funk, C. M., & Gazzaniga, M. S. (2009). The functional brain architecture of human morality. *Current Opinion in Neurobiology*, 19, 678–681.
- Haggard, P. (2008). Human volition: Towards a neuroscience of will. *Nature Reviews Neuroscience*, 9, 934–946.
- Hawking, S., & Mlodinow, L. (2011). *A nagy terv*. Akkord.
- Heisenberg, M. (2009). Is free will an illusion? *Nature*, 459, 164–165.
- Imhof, C., & Fangerau, H. (2013). Neuroscience and the Bereitschaftspotential: Current debates about free will and autonomy. *Neurology, Psychiatry and Brain Research*, 19, 201–206.
- Jasper, H. H. (1985). Brain mechanisms of conscious experience and voluntary action. *The Behavioral and Brain Sciences*, 8, 543.
- Kardos, Zs., Tóth, B., Boha, R., File, B., & Molnár, M. (2017). Age-dependent characteristics of feedback evaluation related to monetary gains and losses. *International Journal of Psychophysiology*, 122, 42–49.
- Kornhuber, H. H., & Deecke, L. (2012). The will and neurophysiology/brain research. In H. H. Kornhuber, & L. Deecke (Eds.), *The will and its brain—an appraisal of reasoned free will* (pp. 17–23). University Press of America Lanham.
- Landsman, K. (2017). On the notion of free will in the Free Will Theorem. *Theorem Studies in History and Philosophy of Science Part B: Studies in History and Philosophy of Modern Physics*, 57, 98–103.
- Latto, R. (1985). Consciousness as an experimental variable: Problems of definition, practice, and interpretation. *The Behavioral and Brain Sciences*, 8, 545–546.
- Libet, B. (1985). Unconscious cerebral initiative and the role of conscious will in voluntary action. *The Behavioral and Brain Sciences*, 8, 529–566.
- Libet, B. (1999). Do we have free will? *Journal of Consciousness Studies*, 6(8–9), 47–57.
- Libet, B., Gleason, C. A., Wright, E. W., & Pearl, D. K. (1983). Time of conscious intention to act in relation to onset of cerebral activities (readiness-potential); the unconscious initiation of a freely voluntary act. *Brain*, 106, 623–642.
- MacKay, D. M. (1985). Do we “control” our brains? *The Behavioral and Brain Sciences*, 8, 546.
- Maoz, U., Yaffe, G., Koch, C., & Mudrik, L. (2019). Neural precursors of decisions that matter — an ERP study of deliberate and arbitrary choice. *Elife*, 8, e39787. <https://doi.org/10.7554/eLife.39787>.
- Mitchell, K. J. (2018). Does neuroscience leave room for free will? *Trends in Neurosciences*, 41, 573–576.
- Mudrik, L., Arie, I. G., Amir, Y., Shir, Y., Hieronymi, P., Maoz, U., ... Adina Roskies, A. (2022). Free will without consciousness? *Trends in Cognitive Sciences*, 26, 555–566.
- Näätänen, R. (1985). Brain physiology and the unconscious initiation of movements. *The Behavioral and Brain Sciences*, 8, 549.
- Nahmias, E., Shepard, J., & Reuter, S. (2014). It's OK if 'my brain made me do it': People's intuitions about free will and neuroscientific prediction. *Cognition*, 133, 502–516.
- Nestor, P. G. (2019). In defense of free will: Neuroscience and criminal responsibility. *International Journal of Law and Psychiatry*, 65, 101344. <https://doi.org/10.1016/j.ijlp.2018.04.004>.
- Pléh, Cs. (2018). A kognitív tudattalánról. *Magyar Filozófiai Szemle*, 62(3), 9–29.



- Rollman, G. B. (1985). Sensory events with variable central latencies provide inaccurate clocks. *The Behavioral and Brain Sciences*, 8, 551–552.
- Rugg, M. D. (1985). Are the origins of any mental process available to introspection? *The Behavioral and Brain Sciences*, 8, 552.
- Scheerer, E. (1985). Conscious intention is a mental fiat. *The Behavioral and Brain Sciences*, 8, 522.
- Schurger, A., Hu, P. B., Pak, J., & Roskies, A. L. (2021). What is the readiness potential? *Trends in Cognitive Sciences*, 25, 558–570.
- Schurger, A., Mylopoulos, M., & Rosenthal, D. (2016). Neural antecedents of spontaneous voluntary movement: A new perspective. *Trends in Cognitive Sciences*, 20, 77–79.
- Schurger, A., Sitt, J. D., & Dehaene, S. (2012). An accumulator model for spontaneous neural activity prior to self-initiated movement. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109, E2904–E2913.
- Shibasaki, H., & Hallett, M. (2006). What is the Bereitschaftspotential? *Clinical Neurophysiology*, 117, 2341–2356.
- Stocker, A. A., & Simoncelli, E. P. (2006). Noise characteristics and prior expectations in human visual speed perception. *Nature Neuroscience*, 9, 578–584.
- Szabó, F. Á., & Balogh, M. (2022). Kóros elmeállapot mint büntetőlehetőséget kizáró vagy korlátozó ok a terrorcselekmények tükrében. *Psychiatria Hungarica*, 37(3), 220–238.
- Szentágothai, J. (1984). Downward causation? *Annual Review of Neuroscience*, 7, 1–11.
- Szirmai, I. (2014). *Ars neurologiae*. Medicina.
- Trevena, J. A., & Miller, J. (2002). Cortical movement preparation before and after a conscious decision to move. *Consciousness and Cognition*, 11, 162–190.
- Usher, M., Ksetos, K., Erica, C., Yu, E. C., David, A., & Lagnado, D. A. (2013). Dynamics of decision-making: From evidence accumulation to preference and belief. *Frontiers in Psychology*, 4, Article 758. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00758>.
- Van Schie, H. T., Iotchev, I. B., & Compen, F. R. (2022). Free will strikes back: Steady-state movement-related cortical potentials are modulated by cognitive control. *Consciousness and Cognition*, 104, 103382.
- Vizi, E. Sz., Altrichter, F., Nyiri, K., & Pléh, Cs. (szerk.) (2002). *Agy és tudat*. Kognitív szeminárium. Budapest: BME Kognitív Idegtudományi Központ, BIP.
- Vonasch, A. J., Roy, F., Baumeister, R. F., Alfred, R., & Meled, A. R. (2018). Ordinary people think free will is a lack of constraint, not the presence of a soul. *Consciousness and Cognition*, 60, 133–151.
- Wassermann, G. S. (1985). Neural/mental chronometry and chronotheology. *The Behavioral and Brain Sciences*, 8, 556–557.
- Wood, C. C. (1985). Pardon, your dualism is showing. *The Behavioral and Brain Sciences*, 8, 557–558.

## Is free will an illusion? Related aspects revealed by neuroscience, psychology and philosophy

Márk Molnár

Although it may seem evident that we possess the ability to exercise free will both the deterministic and non-deterministic points of view denying or allowing this possibility has been around for centuries. After clarification of the most important basic concepts the observations concerning volitional motor activity are reviewed, mostly those that concern the readiness potential that precedes several hundreds of milliseconds



the will to execute movement and how these agree or disagree with the existence of free will. It is suggested that if mental activity, the product of the nervous system can exert influence of the system itself this possibility may leave the option to have free will open.

**KEYWORDS**

volitional movement, readiness potential, deterministic and non-deterministic points of view, downward causation, mental causation

---

**Open Access nyilatkozat.** A cikk a Creative Commons Attribution 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>) feltételei szerint publikált Open Access közlemény, melynek szellemében a cikk bármilyen médiumban szabadon felhasználható, megosztható és újraközölhető, feltéve, hogy az eredeti szerző és a közlés helye, illetve a CC License linkje és az esetlegesen végrehajtott módosítások feltüntetésre kerülnek. (SID\_1)

