

DOPAMIN-RECEPTOR GÉNEK HATÁSA A FLOW-FOGÉKONYSÁGRA

ÖSSZEFOGLALÁS

Szakirodalmi háttér: Az áramlatélmény (flow) egy speciális mentális állapot. Ezt az egyének készségeiknek éppen megfelelő helyzetekben élhetik át – ekkor erőfeszítés nélküli figyelem, magas kontrollérzés és alacsony éntudatosság jellemző (Nakamura & Csikszentmihalyi, 2002). Egy recens ikervizsgálat a flow átélésére való hajlam mérsékelt örökletességét mutatta ki (Mosing et al., 2012). E kutatásban a svéd Flow Fogékonyság Kérdőívet (FFK; Ullén et al., 2011) alkalmazták. A kérdőív az élet három nagy területén (munka, házkörüli teendők, szabadidő) méri fel a flow-epizódok gyakoriságát. Jelen kutatás e mérőeszköz magyar változatának segítségével igyekszik feltárni a flow fogékonyság genetikai hátterét. Az újdonságkeresés temperamentumdimenziója és a D4-es dopamin-receptor gén hosszúságpolimorfizmusának (DRD4 VNTR) hétszeres ismétlődésű variánsa között számos vizsgálat mutatott ki asszociációt (pl. Benjamin et al., 1996). Emellett az újdonságkeresés és a flow gyakoribb átélése között is pozitív együttjárás mutatható ki (Teng, 2011). Ugyanakkor ez idáig nem született a flow-fogékonyság, vagy a flow élmények és konkrét génváltozatok összefüggéseiről beszámoló tanulmány. Az idézett vizsgálatok alapján pszichogenetikai asszociáció-vizsgálatom egyik kandidáns polimorfizmusa a DRD4 VNTR volt. A másik vizsgált génvariáns a DRD2 C957T egy pontpolimorfizmusa (SNP) volt, ami a D2-es dopamin-receptor striatális sűrűségét szabályozza (Hirvonen et al., 2009). De Manzano és munkatársai (2012) ugyanis nemrégiben kapcsolatot találtak a flow-hajlam és az említett fehérje striatális sűrűsége között. *Minta:* 163 fő (22% férfi), átlagéletkor: 24,43(±6,84) év. *Eszközök:* a svéd Flow Fogékonyság Kérdőív (Ullén et al., 2011) saját magyar fordítása, mely a fent említett 3 területen domain-enként 7 tétel alapján mér. *Eljárás:* nem-invazív DNS mintavétel, majd online teszt kitöltés.

Eredmények: A DRD4 VNTR 7-es ismétlődésű alléljával rendelkezők szignifikánsan magasabb FFK-átlagot mutattak, mint az ezzel az alléllal nem rendelkezők. Életerületekre lebontva ez a hatás a szabadidős tevékenységeket jellemző flow-fogékonyság esetében szignifikáns volt ($p < 0,001$). A DRD2 C957T polimorfizmus esetében szintén szignifikáns összefüggést sikerült igazolni ezen az életerületen ($p < 0,04$); a T-allél mellett magasabb volt a flow fogékonyság. Az FFK-szabadidő pontszám összvariánciájának 6%-át magyarázta a DRD4 hetes allélja, míg 9%-át a DRD2 gén. Gén-gén interakció nem jellemezte ezeket az összefüggéseket, ám a két gén együttesen a jelzett életerület összvariánciájának meglehetősen nagy hányadát, 14,1%-át magyarázta.

Diskusszió: Eredményeim mindkét vizsgált génvariáns esetében konzisztensek a szakirodalommal. A DRD4 VNTR 7-es allélja feltehetőleg a csökkent dopaminkötési hatékonyság kompenzálására megjelenő újdonságkeresésen keresztül köthető a flow-élményekhez. A DRD2 957 T-allél jelenléte pedig a magasabb striatális DRD2 sűrűségével függ össze, ami a szakirodalom szerint a flow-fogékonyság egyik fiziológiai korrelátuma (De Manzano et al., 2012). Úgy tűnik tehát, hogy a flow-fogékonyság háttérében kulcsfontosságú szerepe van a dopaminerg génváltozatoknak, melyet azonban ez idáig egyetlen munkacsoport sem vizsgált.

BEVEZETŐ

A pszichogenetikai kutatások jellege

A pszichogenetikai kutatások két kutatási stratégia mentén vizsgálják a különböző humán jellegzetességek genetikai háttérét. Az első az ún. kvantitatív genetikai stratégia, amely arra a kérdésre keresi a választ, hogy egy populációban az egyének közötti különbségekért (azaz a fenotípusos variabilitásért) milyen arányban felelősek genetikai különbségek, illetve a környezet, az életesemények, a nevelés sokrétű hatásai. A genetikai tényezők szerepét a heritabilitási index (h^2) mutatja meg; e mutatót a galtoni ihletésű iker-, illetve örökbefogadási vizsgálatok adatai segítségével lehet kiszámítani. A második kutatási stratégia – ez a molekuláris genetikán alapuló pszichogenetikai asszociációvizsgálat – a bizonyítottan, legalább közepes mértékben örökletes tulajdonságok mögött álló konkrét genotípusokat igyekszik azonosítani, a vizsgált jellegzetesség és az elméleti alapokon kiválasztott ún. *kandidáns* gének közötti kapcsolat kimutatásával (röviden: asszociációk vizsgálata a genotípus és a fenotípus között).

A jelen dolgozatban körvonalazott vizsgálat az utóbbi kutatási stratégiát követi. A kutatás fókuszában álló tulajdonság a flow-élményre való fogékonyság, a választott kandidáns gének pedig a dopaminerg rendszerrel állnak kapcsolatban. Pályamunkám témája így tehát a pozitív pszichológia (Seligman & Csikszentmihalyi, 2000) egyik alapvető koncepciójának a pszichogenetikai megközelítése.

A flow és a flow-fogékonyság

A pozitív pszichológia egyik kulcsfogalma a flow (magyarul áramlat), amely koncepciót Csíkszentmihályi Mihály dolgozta ki, az intrinzik motivált tevékenység kutatása során (Csíkszentmihályi, 1975, 1991, 1997). A kifejezés egy olyan speciális mentális állapotot jelöl, amelyet az egyének a környezetükkel való koncentrált foglalkozás közben kialakuló, speciális feltételekhez kötött interakciójuk során tapasztalhatnak meg (Oláh, 2005). Három olyan speciális feltétel van, amelyek a flow élmény megjelenésének elengedhetetlen előfeltételei: a készségeinknek megfelelő kihívást nyújtó feladat, a világos és egyértelmű célok megléte, valamint az e célok felé haladásról érkező folyamatos visszacsatolás (Csíkszentmihályi, Abuhamdeh, & Nakamura, 2005; Nakamura & Csíkszentmihályi, 2002). E prekondíciók fennállása esetén megjelenhetnek az áramlatélmény további tipikus jellemzői, úgymint az erőfeszítés nélküli figyelem, a teljes bevonódás, a csökkent éntudatosság, illetve az időérzék torzulása (Nakamura & Csíkszentmihályi, 2002). Egy recens magyar tanulmány (Magyaródi et al., sajtó alatt), amely egy, a flow állapot mérésére alkalmas kérdőív kimunkálását tűzte ki céljául, két olyan metadimenziót mutatott ki faktoranalízissel, amelyek lefedik a fentieket, így egy integratív szemlélet alapjait jelenthetik e multidimenzionális, komplex fenomenológiai jelenség megértésében. Első ilyen gyűjtődimenziójuk a Kihívás-Készség Egyensúly nevet viseli, és magában foglalja a névadó kihívás-készség egyensúlyt, a cselekedetek feletti kontrollt, valamint a világos célokat. Ezek rokoníthatók a fent ismertetett három prekondícióval. A másik metadimenzió az Egybeolvadás a Feladattal, amely az élmény minőségére, a bevonódásra, és az állapot kísérőtényezőire (pl. időérzék torzulása) vonatkozik. Noha nem egy fenti jellemző a helyzetből fakad, az áramlatélmény az egyén és környezete tranzakciójából születik meg (a fenti definíció interakcionista), így az élmény átélésének gyakoriságában és intenzitásában tartós egyéni különbségek lehetnek (pl. Asakawa, 2010; Ullén et al., 2012). Azok a személyek, akik e két téren az átlagtól felfelé térnek el, magas flow-fogékonysággal rendelkeznek (flow proneness; De Manzano et al., 2012; Ullén et al., 2012), más kifejezéssel élve ún. autotelikus személyiségek (pl. Asakawa, 2004, 2010). Az áramlatepizódok átélésére mutatott hajlamnak számtalan korrelátuma van, így például pozitív kapcsolatban áll az önbecsüléssel és az élettel való elégedettséggel (Asakawa, 2010), a kihíváskereséssel (Asakawa, 2004), valamint az újdonságkeresés temperamentumdimenziójával is (Teng, 2011). Ullén és munkatársai (2012) pedig úgy találták, hogy a flow-ra fogékonyabb személyek – a Big Five személyiségdimenziókkal mérve – magasabb pontszámokat értek el a Lelkiismeretesség-faktoron, illetve alacsonyabbat a

Neuroticizmus-faktor, mint kevésbé gyakori flowepizódokról beszámoló társaik. Ugyanebben a vizsgálatban a flow-fogékonyság az intelligenciától független konstruktumnak bizonyult.

Neurobiológiai szempontból a flow-fogékonyságot a dopaminerg működésekhez kötötték. A dopamin egy neurotranszmitter (idegi ingerületátvivő-anyag), amely pl. a jutalom feldolgozásával hozható összefüggésbe (l. lent). A striatális D2 dopaminreceptor-fehérjék nagyobb sűrűsége, más szóval élve elérhetősége, vagyis megkötési potenciálja (binding potential – BP) kapcsolatban áll a flow gyakoribb átélésére való hajlammal (De Manzano et al., 2012). A képet tovább árnyalja a fenti kutatás azon eredménye, miszerint a két tényező közötti kapcsolatért nagyrészt a dorzális striátum D2-es receptorainak kötési potenciálja a felelős. E képlet az ún. nigrostriatális dopaminpálya végpontja, melynek legfőbb feladata a mozgás koordinációjához kötődik. A striátum ventrális része, amely a nucleus accumbens is magában foglalja, kisebb súllyal esik latba. Mindez abba az irányba mutat, hogy a jutalmazás feldolgozásában központi fontosságú, a nucleus accumbens is érintő mezolimbikus dopaminrendszer helyett a nigrostriatális pálya játszik nagyobb szerepet a flow-fogékonyságban.

Egy ikervizsgálat (Mosing, Magnusson, Pedersen, Nakamura, Madison, & Ullén, 2012) a flow-fogékonyság (és így az autotelikus személyiség) mérsékelt örökletességét mutatta ki ($h^2=0,29-0,35$), vagyis valószínűsítette, hogy az áramlatélmény átélésére való hajlam egyéni különbségei részben genetikai különbségekre vezethetők vissza. E kutatás az élet három fő területén (munka, házkörüli teendők és szabadidő) mérte fel az alanyok flow-gyakoriságát, és azt találta, hogy a három domain értékei erősen korrelálnak, így feltételezhető, hogy területtől függetlenül ugyanazok a gének hatnak a flow-fogékonyság mértékére (Mosing et al., 2012). Jelen kutatás célkitűzése az, hogy megvizsgálja, specifikusan melyek azok a gének, amelyek hatással vannak e vonásjellegű egyéni különbség kialakulására.

Az asszociációvizsgálat kandidáns génjei

Kutatásom első kandidáns polimorfizmusa a D4-es dopaminreceptort kódoló DRD4 gén volt. E gén a 11. kromoszómán található, és a kódoló régiójának 3. exonjában található egy 48 bázispárból álló szakasz, amely részlet többször megismétlődik. A DRD4 gén variánsai között az tesz különbséget, hogy e szakasz hányszor ismétlődik (a lehetséges szorzók 2-től 11-ig

terjednek), így az allélok hosszúságukban térnek el egymástól (ez tehát egy hosszúságpolimorfizmus, VNTR). Kaukázusi mintában a leggyakoribb változat a négyszeres ismétlődésű (D4.4) allél, a második helyen pedig a hétszeres ismétlődésű (D4.7) variáns áll. A legfrekvensebb allélhoz képesti viszonylagos hosszúsága okán a D4.7 változatot hosszú allélnak is nevezik. Ezt az allélt kapcsolatba hozták az Újdonságkeresés cloninger-i temperamentumdimenziójával (pl. Benjamin et al., 1996; Ebstein et al., 1996), amely dimenzió magas értékeket felvevő személyek gyakran explorálnak, újszerű élmények átélése végett (Cloninger, Svrakic, & Przybeck, 1993). Habár az asszociáció vitatott (pl. Munafo, Yalcin, Willis-Owens, & Flint, 2008), teoretikus megalapozottságát az a gondolatmenet nyújtja, miszerint a hosszú alléllal rendelkező személyek dopaminkötési hatékonysága kisebb, mint a rövid alléllal rendelkező társaiké, ezért, e „dopamindeficitüket” kompenzálандó, gyakrabban mutatnak exploráló, megközelítő viselkedést (Ebstein et al., 1996). Mivel Teng (2011) pozitív kapcsolatot talált az Újdonságkeresés és a flow gyakori átélése (vagyis a voltaképpen flow-fogékonyság) között, jelen kutatás e fenti gondolatmenetet egy további lépéssel egészíti ki: a D4.7 alléllal rendelkező személyek, akik csökkent dopaminkötési hatékonyságukat ellensúlyozandó magasabb újdonságkereső tendenciát mutatnak, nagyobb flow-fogékonyságról fognak beszámolni. Ez kutatásom első hipotézise.

Az e kutatás fókuszában álló második polimorfizmus a D2-es dopaminreceptort kódoló DRD2 gén területén található C957T egy pontpolimorfizmus (SNP) (rs6277). E gén ugyancsak a 11. kromoszómán található, kódoló régiójának egyik pontján pedig megjelenhet timin, illetve citozin bázist kódoló fehérje. Itt tehát a gén populációban előforduló különböző változatai között az tesz különbséget, hogy azon a bizonyos ponton (gén-lókuszon) timin (T) vagy citozin (C) található-e; így a populáció tagjai genotípusuk szerint lehetnek TT homozigóták, CT heterozigóták, illetve CC homozigóták. Hirvonen és munkatársai (2009) eredményei alapján e polimorfizmus kapcsolatba hozható a D2-es dopaminreceptor sűrűségével a striátumban: a T-allél additív hatása mutatható ki – egyszerűen fogalmazva, minél több T-alléllal rendelkezik egy személy (0,1 vagy 2), annál magasabb a mért receptorsűrűség a jelzett képletben, vagyis a sorrend CC<CT<TT, a striatális dopaminreceptor-sűrűség tekintetében. Mivel a striatális D2-es dopaminreceptorsűrűség és a flow-fogékonyság között pozitív kapcsolat áll fent (De Manzano et al., 2012), kutatásom második hipotézise az, hogy a DRD2 C957T SNP is kapcsolatban áll a flow-fogékonysággal. Specifikusan, a T-allél additív hatása várható.

MÓDSZER

Minta

163 fő (22% férfi, 78% nő), akik korábbi kutatások keretében már részt vettek non-invazív DNS-mintavételen. Az átlagéletkor 24,43 ($\pm 6,84$) év volt. A minta nem-klinikai volt: a jelzett korábbi kutatások pszichiátriai rendellenességek mentén szűrték a jelentkezőket. A résztvevők közül 140 főnek (21% férfi, 79% nő) volt valid DRD4 adata. 37 személy rendelkezett a vizsgált hetes alléllal, legalább egy példányban. A fennmaradó 103 vizsgálati személy egyetlen hetes alléllal sem rendelkezett. DRD2 adata 71 személynek volt (13% férfi, 87% nő). Az almintában 10 fő volt CC homozigóta, 42 fő CT heterozigóta, a fennmaradó 19 fő pedig TT homozigóta. A genotípus-validitás mindkét gén esetében teljesült - a minta Hardy-Weinberg egyensúlyban volt (Hardy, 1908), vagyis a tapasztalható allélfrekvenciák megfeleltek a populációban várhatónak.

A DRD4 hetes allél gyakorisága				A DRD2 gén genotípus-gyakoriságai			
	D4.7 van	D4.7 nincs		CC	CT	TT	
Nő	29	79	108	8	38	16	62
Férfi	8	24	32	2	4	3	9
	37	103	140	10	42	19	71

1. Táblázat - Allélgyakoriságok a mintában

Eszközök

A flow-fogékonyság mérésére a svéd Flow-fogékonyság Kérdőív (Ullén et al., 2012) saját készítésű magyar fordítását használtam. E kérdőív az élet három fontos területén (munka, házkörüli teendők, szabadidő) méri fel a flow-élmények gyakoriságát, mindhárom domain esetében ugyanazzal a 7 tétellel (l. 1. melléklet). A kérdőív egy szűrőkérdéssel kezdődik, amely arra vonatkozik, hogy a kitöltő aktív munkavállaló-e (amennyiben nem, a munka területére vonatkozó 7 tételt nem kell megválaszolnia), így az összehozható 22. A jelzett bevezető, eldöntendő kérdést leszámítva, a személyeknek a tételekben foglalt jelenségek életükben való előfordulásának gyakoriságát ötfokú skála mentén kell megítélniük („Soha”, „Ritkán (egyszer-kétszer)”, „Néha (több mint egy-két alkalommal)”, „Gyakran”, „Mindennap, v. majdnem mindennap”). A mérőeszköz konstruktumvaliditása, illetve megbízhatósága

pszichometriailag igazolt (Ullén et al., 2012), e mellett jelen mintában is megfelelő Cronbach-alfa értékeket tapasztaltam (FF-Munka: $\alpha=0,985$; FF-Szabadidő: $\alpha=0,76$; FF-Házkörűli: $\alpha=0,61$).

Eljárás

Kutatási ötletemmel egy pszichogenetikai labor már folyó munkájába kapcsolódtam be: az itt tevékenykedő munkacsoport bocsátotta rendelkezésemre valid genotípus-adatokkal rendelkező vizsgálati személyeik adatbázisát. A résztvevőket (a jelzett adatbázis mentén) e-mailben kértem meg a kitöltésre, amely online történt. Így tehát, korábbi pszichogenetikai vizsgálatokban való részvételükből kifolyólag, a válaszadóknak már vizsgálatom megkezdése előtt voltak genotípus-adatai. Ezeket az adatokat fájdalommentes, non-invazív szájnyalkahártyahámsejt-minták gyűjtésével nyerték tőlük. A genotipizálást, vagyis annak meghatározását, hogy különböző személyek a begyűjtött minták alapján melyik génvariánsokkal rendelkeznek a fent említett polimorfizmusok (DRD4, ill. DRD2) tekintetében, egy, pszichológiai laborunkkal kollaboráló molekuláris genetikusokból álló munkacsoport végezte.

Az adatok elemzéséhez az SPSS 20.0 statisztikai programot használtam. A D4.7 allél és a flow-fogékonyság kapcsolatának feltárásakor az előfeltételek teljesülésének vizsgálatát követően Welch-féle d-próbát használtam (a szóráshomogenitási feltétel sérülése okán), míg a DRD2 és a flow-fogékonyság kapcsolatának vizsgálatánál egyszempontos független mintás varianciaanalízist alkalmaztam, ugyancsak ügyelve az előfeltételek teljesülésének kívánalmára.

EREDMÉNYEK

Leíró adatok

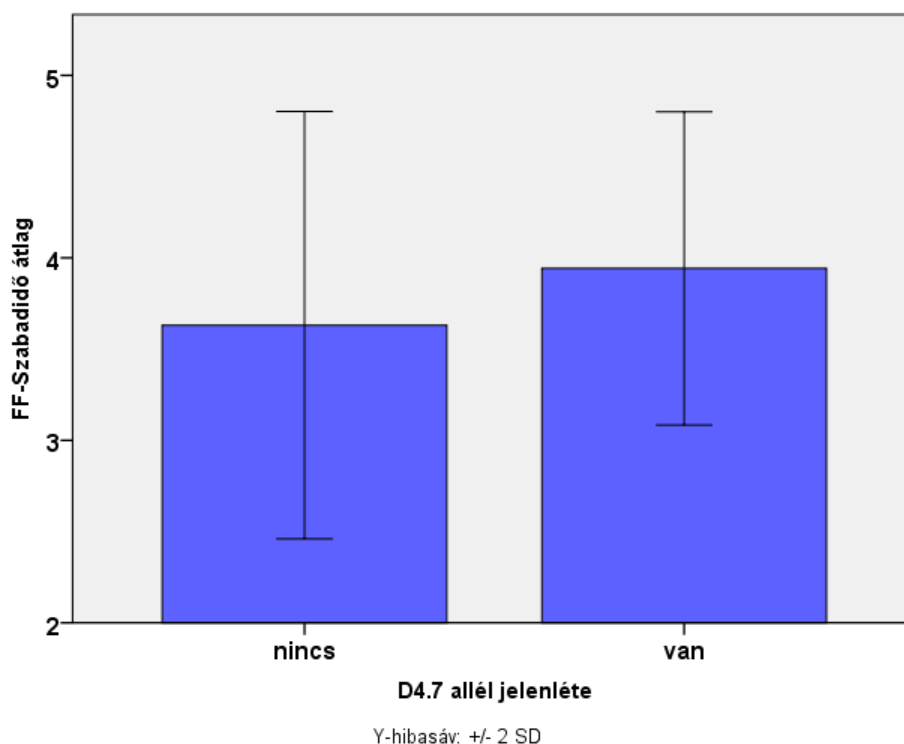
A válaszadók 47,24%-a jelezte, hogy jelenleg is aktív munkavállaló, így az elemzésekbe csupán 77 fő FF-Munka adatait állt módomban bevonni.

A mintában az FF-Házkörűli átlag bizonyult a legalacsonyabbnak ($3,52 \pm 0,58$ pont), az FF-Szabadidő-értékek pedig a legmagasabbnak ($3,77 \pm 0,53$ pont); az FF-Munka átlaga $3,66 (\pm 0,73)$ pont volt. A Greenhouse-Geisser próba szignifikáns különbséget indikált a csoportok között ($F(1,655)=3,866$; $p<0,031$).

Habár korábbi vizsgálatok (pl. Mosing et al., 2012; De Manzano et al., 2012) úgy találták, hogy a mérőeszköz skálái erős interkorrelációt mutatnak, jelen vizsgálatban csupán az FF-Házkörüli és az FF-Szabadidő faktorok között tapasztaltam szignifikáns közepes együttjárást ($r=0,34$; $p<0,000007$).

DRD4 és flow-fogékonyság

A DRD4 hosszúságpolimorfizmusra vonatkozó hipotézisemet megvizsgálandó, összevetettem a D4.7 (hosszú) alléllal rendelkező, valamint az ezzel nem rendelkező személyek átlagos Flow-fogékonyság Kérdőív pontszámát (FF-pontszám). Az általános flow-fogékonyság mérőszáma (FF-Általános) a kérdőív három skáláján elért átlagokból képezett átlagot (1 és 5 közé eső szám) jelentette. Azoknál, akik nem voltak foglalkoztatva, így a munka-domain kérdéseit nem válaszolták meg, az FF-Általános pontszám a két fennmaradó skálán elért átlagpontszám leátlagolásából adódott. Ezen összmutató terén szignifikáns, elvárt irányú különbség mutatkozott a két csoport között (hetes alléllal rendelkező csoport: $3,77 (\pm 0,33)$ pont; hetes alléllal nem rendelkező csoport: $3,59 (\pm 0,45)$ pont; $d(1,84,47)=6,802$; $p<0,01$). Az átlagpontszámok domaineekre lebontott vizsgálata során kiderült, hogy habár mindegyik skála esetében megjelent az elvárt irányú különbség, ez csupán a Szabadidő életterületén volt szignifikáns (l. *I. ábra*; hosszú allél: $3,94 (\pm 0,43)$ pont; nincs hosszú allél: $3,63 (\pm 0,59)$ pont; $d(1,86,562)=11,646$; $p<0,001$). A jelzett életterület pontszámátlagáiban tapasztalt variancia 6%-át magyarázta a DRD4 7-es alléljának jelenléte vagy hiánya, 0,835-ös statisztikai erő mellett.



1. ábra: Az FF-Szabadidő átlagpontoszámok alakulása a D4.7 allél jelenlétének függvényében

(Az FF-Munka skála esetében 66 kitöltő rendelkezett DRD4-adattal, közülük 19 fő rendelkezett a hetes allél legalább egy példányával. A két csoport közötti különbség e skála esetében volt a legalacsonyabb – D4.7: $3,75 \pm 0,51$ pont; nincs D4.7: $3,73 \pm 0,68$ pont.)

Megvizsgáltam a kitöltők nemének, illetve korának hatását kovariánsként, ám egyik változó sem befolyásolta szignifikánsan az FF-Szabadidő pontszámátlagokat ($p < 0,602$, ill. $p < 0,917$, rendre).

DRD2 és flow-fogékonyság

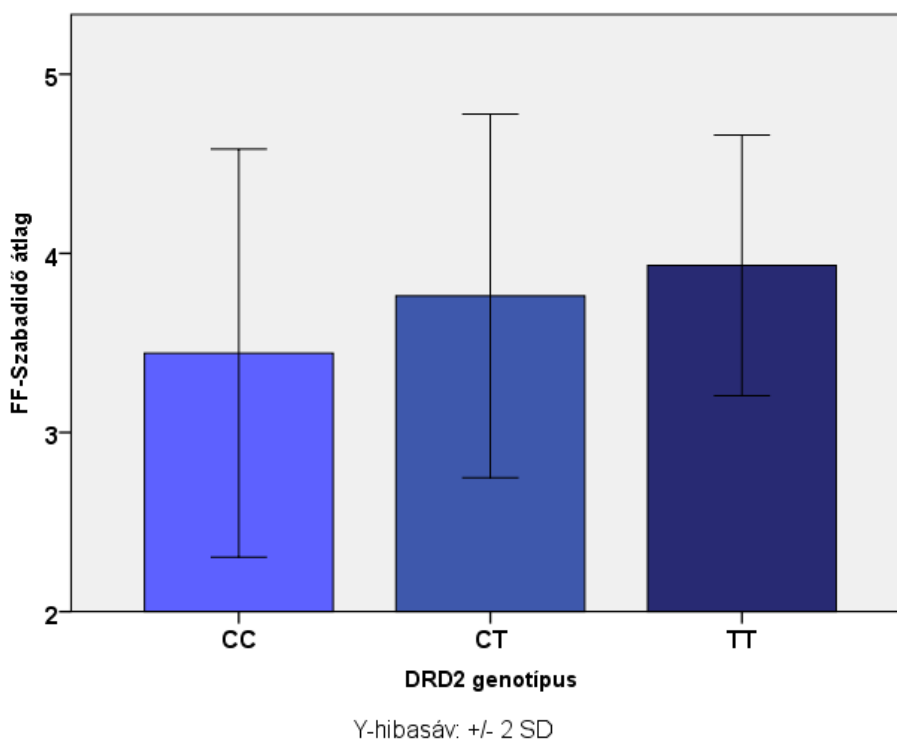
A DRD2 C957T egypontpolimorfizmusa esetében a három lehetséges genotípus (CC, CT, TT) mentén képeztem csoportokat, majd független mintás varianciaanalízis alkalmazásával megvizsgáltam a fentebb leírt általános flow-fogékonyság mutató, valamint a domaineekre bontott flow-fogékonyság átlagértékek különbségeit a jelzett alminták között. Ismét a Szabadidő domain esetében bizonyultak szignifikánsnak az eredmények (az 2. táblázat mutatja a csoportok átlag-, illetve szórásértékeit; $F(2,68)=3,366$; $p < 0,04$). A vizsgált polimorfizmus az FF-Szabadidő átlagpontoszámokban tapasztalható variancia 9%-át

magyarázta - ami a pszichogenetikában kiemelkedően magas -, adekvát statisztikai erő (0,617) mellett.

A Tukey-féle post-hoc teszt tanúsága szerint a két homozigóta csoport (CC és TT) közötti különbség szignifikáns ($p < 0,031$), míg a heterozigóta (CT) csoport egyik további csoporttól sem különbözik szignifikánsan. Mindazonáltal az 2. ábrán jól látható, hogy a megjelenő különbségek a T-allél additív hatását mutatják.

	Átlag	Szórás
CC	3,44	0,57
CT	3,76	0,51
TT	3,93	0,36

2. Táblázat - Az FF-Szabadidő pontszámok átlaga, illetve szórása a DRD2 genotípus függvényében



2. ábra: Az FF-Szabadidő átlagpontszámok alakulása a DRD2 genotípus függvényében

Habár az életkor befolyásolja a striatális D2-es dopaminreceptorsűrűséget, jelen elemzésben nem gyakorolt szignifikáns hatást az FF-Szabadidő pontszámokra ($p < 0,498$). A nem változójának szintén nem volt kimutatható hatása kovariánsként ($p < 0,824$).

Egy exploratív elemzés keretében megvizsgáltam, hogy tapasztalható-e a két gén között interakció az FF-Szabadidő pontszámok tekintetében. A kétszemponos varianciaanalízis tanúsága alapján ilyen hatás nem mutatkozott ($F(2)=0,643$, $p < 0,529$). Mindazonáltal, a

kétszemponτος modell - a két gén variánsainak együttes hatása - az FF-Szabadidő átlagpontszámok összvarianciájának roppant nagy hányadát: 14,1%-át magyarázta.

DISZKUSSZIÓ

Jelen kutatás célkitűzése az volt, hogy megvizsgálja a flow-élményre való fogékonyság mérsékelt örökletességet mutató karakterisztikuma (Mosing et al., 2012), valamint két, elméleti relevanciával bíró kandidáns polimorfizmus (a D4-es dopaminreceptort kódoló DRD4 gén egy hosszúságpolimorfizmusa, valamint a D2-es dopaminreceptort kódoló DRD2 gén egy egy pontpolimorfizmusa) között fennálló kapcsolatot. Az eredmények alapján mindkét gén kapcsolatban áll a flow-fogékonysággal. Ezen elméleti alapokon nyugvó kapcsolatok létének jelen kutatás az első empirikus demonstrációja.

A kandidáns gének és a flow-fogékonyság kapcsolata

A DRD4 gén hétszeres ismétlődésű (ún. „hetes” vagy hosszú) allélja esetében e kapcsolat feltehetőleg az újdonságkeresés temperamentumdimenziójának közvetítésével valósul meg. A DRD4 hosszú variánsát klasszikus eredmények kötik össze a fentemlített cloningeri temperamentumdimenzióval (Benjamin et al., 1996; Ebstein et al., 1996), amely dimenziót pedig egy recens vizsgálat a gyakori flow-epizódok megélésével hozta kapcsolatba (Teng, 2011). Eredményeim alapján feltételezhető, hogy a jelzett gén hosszú alléljával járó csökkent dopaminkötési hatékonyság ellensúlyozására kialakuló újdonságkereső tendencia folyamatosan újszerű élmények átélésére sarkallja a személyt, amely megnövekedett „élményszám” azután a flow-élmények gyakori megjelenésének jelenthet megfelelő táptalajt. Mivel Teng (2011) vizsgálatának eredményei korrelációs adatokon alapulnak, elméletileg nem zárható ki, hogy a leírt logikai láncolat utolsó két szeme fordított sorrendben követi egymást: a D4.7 allél közvetlenül a flow-élmény megtapasztalásának gyakoriságára hat. Az optimális élmény sűrűbb átélése pedig újdonságkereső tendenciát vált ki, hiszen az áramlatélmény jutalomértékű (pl. Csikszentmihályi, 1991), a személy pedig mindent megtesz (jelen esetben folyamatosan új tevékenységeket próbál ki), hogy újból megtapasztalhassa azt. Annak megállapítása, hogy melyik kauzális struktúra áll fent, a jövő kutatásainak kérdése.

Habár az asszociációk értelmezését korlátozza az alacsony mintaelemszám, a DRD2 génre vonatkozó eredmények igen figyelemreméltóak, hiszen itt a genetikai, a neurobiológiai, illetve a viselkedéses adatok összhangja tapasztalható. A gén C957T egy pontpolimorfizmusa kapcsolatban áll a striátumban tapasztalható D2-es dopaminreceptor-sűrűséggel: a T-allél additív hatása mutatható ki ($CC < CT < TT$; Hirvonen et al., 2009). E striatális receptorsűrűség pedig pozitív kapcsolatban áll a flow-fogékonysággal (De Manzano et al., 2012). Az eredményeim alátámasztják azt, hogy a T-allél magára a flow-fogékonyságra is additív hatást gyakorol: a sorrend e jellemző tekintetében is $CC < CT < TT$ volt, vagyis a T-allélok számának függvényében nőtt a résztvevők által jelzett flow-fogékonyság. Fontos kiemelni, hogy szignifikáns különbség csupán a CC és a TT csoportok között mutatkozott, ám a CT csoport eredménye e két al minta eredményei között helyezkedett el, kiadván így az elvárt lépcsőzetes szintemelkedést a flow-fogékonyság jellemzőjében (valamint a varianciaanalízis eredménye is szignifikáns volt). Kíváncsi volna nagyobb elemszámú mintán validálni ezt az eredményt.

Árnyalja a fenti eredményeket az a tény, hogy mindkét gén esetében a szabadidő életterülete bizonyult kiemelt fontosságúnak: az elvárt irányú különbségek itt mutatkoztak szignifikánsnak. A felmért domainek (munka, házkörűli teendők, szabadidő) közül a szabadidő eltöltése biztosítja a legtöbb lehetőséget autonóm döntésen alapuló, intrinzik motivált, avagy öndeterminált tevékenységekre (Deci & Ryan, 1985) végzésére, amelyek a flow átélésének fontos facilitátorai (pl. Kowal & Fortier, 2000) – ez magyarázhatja, miért e területen volt a legmagasabb a visszajelzett flow-gyakoriságérték a vizsgálatban. A beszabályozottság relatív hiánya (a többi felmért életterülethez képest) azt is jelenti, hogy a szabadidő eltöltése kapcsán ütközhetnek ki legkönnyebben az egyéni, személyfüggő különbségek a flow-élményre való fogékonyságban, hiszen itt szinte kizárólag a cselekvőn múlik az, hogy milyen helyzeteket, tevékenységeket keres: olyanokat, amelyek megfelelő kihívást jelentenek készségeinek, és rendelkeznek az áramlatélmény egyéb prekondícióival is (l. Nakamura & Csikszentmihalyi, 2002), avagy inkább olyanokat, amik kevésbé facilitálják az optimális egyéni fejlődést. Mivel vizsgálatom éppen erre a személyfüggő variabilitásra és annak eredetére irányult, a szabadidő területének kiemelt fontossága jól értelmezhető.

Kitekintés és limitációk

Érdekes eredménye a flow-fogékonyság kutatásának az, hogy e jellemző és a striatális D2-es receptorsűrűség közötti kapcsolat megjelenésében nem a jutalomfeldolgozásban kiemelt szerephez jutó mezolimbikus pályarendszer részét képező ventrális striátum jut főszerephez,

hanem a nigrostriatális pálya végállomását jelentő dorzális striátum (De Manzano et al., 2012). Ez utóbbi pálya főként a motoros koordinációval áll kapcsolatban (Parkinson-betegségben itt csökkent dopamin-aktivitás tapasztalható). Mindezek fényében érdemes lehetne a szabadidő eltöltésének differenciált felmérése, különös tekintettel arra, hogy a személyek e téren milyen gyakran számolnak be motoros tevékenység (pl. tánc, sport) közben bekövetkező flow-élményekről, mivel e fenti adatok utalhatnak a mozgásos aktivitás közben átélt áramlatélmények fontosságára a D2-es receptorsűrűség és a flow-fogékonyság között fennálló kapcsolatban (és ez által a DRD2 gén és a flow-fogékonyság fentebb demonstrált kapcsolatában is). Az általam felmért domáinok közül a szabadidő az, amelyik feltehetőleg a legtermékenyebb táptalajt biztosítja a mozgáshoz kötődő flow-élményeknek: a munkavégzés, illetve a házkörüli teendők elvégzése valószínűleg kevesebb alkalmat nyújt arra, hogy a személyek motoros tevékenységükön keresztül kerüljenek a flow-csatornába (persze, ez nagyon nagyban függ a végzett [házi]munka jellegétől is, vagyis ezek differenciáltabb felmérése sem maradhatna el).

Jelen kutatás limitációja a mintaelemszám viszonylag alacsony volta. Ez főként a DRD2 génre vonatkozó adatok értelmezését érinti (l. ott). Fontos korlátot jelent e mellett az is, hogy habár a svéd Flow-fogékonyság Kérdőív pszichometriai jellemzői megfelelnek a követelményeknek, a jelen kutatásban használt magyar változat csupán lefordított volt, ám nem adaptált. Így tehát a mérőeszköz adaptációjának lezárulása után kíváncsiak volnánk a vizsgálatot nagyobb mintán, immár magyar nyelvre adaptált kérdőívvel ismét lefolytatni.

E mellett fontos lenne a fenti eredményeket a flow-fogékonyság egyéb mérőeszközeivel (pl. interjútechnikával) replikálni.

A jövő kutatásainak feladata lehet további kandidáns gének azonosítása. Figyelemre érdemes jelöltnek bizonyulhat a szerotonin transzportert kódoló 5HTTLPR polimorfizmus a 17. kromoszómán, melynek rövid allélját kapcsolatba hozták a Neuroticizmus személyiségdimenzió elért magasabb pontszámmal (pl. Sen, Burmeister, & Ghosh, 2004). A Neuroticizmus pedig negatív kapcsolatban áll a flow-fogékonysággal (Ullén et al., 2012). Az X kromoszómán található monoamin-oxidáz A enzimet kódoló MAOA gén pedig nők esetében a boldogsággal mutat összefüggést (Chen et al., 2013).

Összegzés

Kutatásom legfőbb hozadéka annak demonstrálása, hogy a flow-fogékonyság feltehetőleg főként dopaminerg gének által meghatározott endofenotípus. A DRD4 és a DRD2 gének a

szabadidő során átélt flow gyakoriságában mutatkozó variancia 6, illetve 9%-át magyarázzák, rendre. Ez jelentősnek tekinthető, ám természetesen messze áll a determináltságtól, és óriási teret hagy egyéb, pl. környezeti változók hatásának: így összhangban áll azzal is, hogy az áramlatélmény a személy és a környezet közötti tranzakció következménye (Oláh, 2005). Nem csupán a genetikai háttér befolyásának tapasztalt mértéke illeszkedik jól a flow-modell keretei közé, de maguknak a feltárt géneknek a minősége, vagyis dopaminerg volta is. A flow-élmény ugyanis egy magasan jutalmazó élmény (l. Csikszentmihályi, 1975), a modell terminológiájával élve „autotelikus”, vagyis jutalmát magában hordja, nem pedig külsődleges jutalmak elérésében betöltött instrumentális szerepében. A dopamin pedig a jutalomfeldolgozásban kiemelt fontosságú neurotranszmitter, vagyis kézenfekvő a kapcsolata az ilyen magasan önjutalmazó élményekkel.

A flow-élmény átélésére való fogékonyság genetikai hátterének kutatása e mellett indirekt alátámasztásul szolgál annak a Csikszentmihályi által a fogalom születése óta hangoztatott nézetnek, hogy az a képességünk, hogy nagymértékben jutalmazónak éljük meg azokat a helyzeteket, amelyek maximális fejlődésünket szolgálják, evolúciós örökségünk (pl. Csikszentmihályi, 1991, 1997).

Köszönetnyilvánítás

Szeretnék köszönetet mondani témavezetőmnek útmutatásáért, valamint munkacsoportunk vezetőjének, illetve további tagjainak segítségükért! E mellett köszönettel tartozom a kollaboráló molekuláris genetikai kutatólabor munkatársainak, illetve a kutatás résztvevőinek közreműködésükért.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- Asakawa, K. (2004). Flow experience and autotelic personality in Japanese college students: How do they experience challenges in everyday life?. *Journal of Happiness Studies*, 5, 123–154.
- Asakawa, K. (2010). Flow experience, culture, and well-being: How do autotelic Japanese college students feel, behave, and think in their daily lives?. *Journal of Happiness Studies*, 11, 205–223.
- Benjamin, J., Li, L., Patterson, C., Greenberg, B. D., Murphy, D. L., & Hamer, D. H. (1996). Population and familial association between the D4 dopamine receptor gene and measures of Novelty Seeking. *Nature Genetics*, 12(1), 81-84.
- Chen, H., Pine, D. S., Ernst, M., Gorodetsky, E., Kasen, S., Gordon, K., Goldman, D., & Cohen, P. (2013). The MAOA gene predicts happiness in women [Abstract]. *Progress in Neuro-Psychopharmacology & Biological Psychiatry*
- Cloninger, C. R., Svrakic, D. M., & Przybeck, T. R. (1993). A psychobiological model of temperament and character. *Archives of General Psychiatry*, 50(12), 975–990.
- Csikszentmihalyi, M. (1975). *Beyond boredom and anxiety. Experiencing flow in work and play*. San Francisco, CA: Jossey-Bass Publishers.
- Csikszentmihalyi, M. (1991). *Flow: The psychology of optimal experience*. New York, NY: Harper Perennial.
- Csikszentmihalyi, M. (1997). *The evolving self. A psychology for the third millenium*. New York, NY: Harper Perennial.
- Csikszentmihalyi, M., Abuhamdeh, S., & Nakamura, J. (2005). Flow. In A. J. Elliot & C. S. Dweck (Eds.), *Handbook of competence and motivation* (pp. 598-608). New York, NY: Guilford Publications.
- De Manzano, Ö., Cervenka, S., Jucaite, A., Hellenäs, O., Farde, L., & Ullén, F. (2012). Individual differences in the proneness to have flow-experiences are linked to dopamine D2-receptor availability in the dorsal striatum. *Neuroimage*
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1985). *Intrinsic motivation and self-determined human behavior*. New York and London: Plenum Press.
- Ebstein, R. P., Novick, O., Umansky, R., Priel, B., Osher, Y., Blaine, D., Bennett, E. R., Nemanov, L., Katz, M., & Belmaker, R. H. (1996). Dopamine D4 receptor (D4DR) exon III polymorphism associated with the human personality trait of Novelty Seeking. *Nature Genetics*, 12(1), 78–80.

- Hardy, G. H. (1908). Mendelian Proportions in a Mixed Population. *Science*, 28(706), 49-50.
- Hirvonen, M. M., Laakso, A., Nagren, K., Rinne, J. O., Pohjalainen, T., & Hietala, J. (2009). C957T polymorphism of dopamine D2 receptor gene affects striatal DRD2 in vivo availability by changing the receptor affinity. *Synapse*, 63(10), 907-912.
- Kowal, J., & Fortier, M. S. (2000). Testing relationships from the Hierarchical Model of Intrinsic and Extrinsic Motivation using flow as a motivational consequence. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 71(2), 171-181.
- Magyaródi T., Nagy H., Soltész P., Mózes T., & Oláh A. (sajtó alatt). Egy újonnan kidolgozott Flow Állapot Kérdőív kimunkálásának és pszichometria jellemzőinek bemutatása.
- Mosing, M. A., Magnusson, P. K. E., Pedersen, N. L., Nakamura, J., Madison, G., & Ullén, F. (2012). Heritability of proneness for psychological flow experiences. *Personality and Individual Differences*, 53, 699–704.
- Munafo, M. R., Yalcin, B., Willis-Owen, S. A., & Flint, J. (2008). Association of the dopamine D4 receptor (DRD4) gene and approach-related personality traits: meta-analysis and new data. *Biological Psychiatry*, 63(2), 197-206.
- Oláh A. (2005). *Az optimális élmény mérésének lehetőségei: Egy új szituáció-specifikus Flow Kérdőív tesztkönyve*. Budapest: Hi Press.
- Seligman, M. P., & Csikszentmihályi, M. (2000). Positive psychology: An introduction. *American Psychologist*, 55(1), 5-14.
- Sen, S., Burmeister, M., & Ghosh, D. (2004). Meta-analysis of the association between a serotonin transporter promoter polymorphism (5-HTTLPR) and anxiety-related personality traits. *American Journal of Medical Genetics Part B*, 127B(1), 85–89.
- Teng, C.-I. (2011). Who are likely to experience flow? Impact of temperament and character on flow. *Personality and Individual Differences*, 50, 863-868.
- Ullén, F., de Manzano, Ö., Almeida, R., Magnusson, P. K. E., Pedersen, N. L., Nakamura, J., Csikszentmihályi, M., & Madison, G. (2012). Proneness for psychological flow in everyday life: Associations with personality and intelligence. *Personality and Individual Differences*, 52, 167-172.

1. melléklet:

A résztvevők a www.kerdoivem.hu nevezetű weboldalon keresztül érhatték el a PsyGen FF Kérdőív névre keresztelt kérdéssort.

Instrukció:

„Kérjük, jelezze, hogy az alábbi élményeket milyen gyakorisággal éli át élete különböző területein!

E mellett kérjük, a kérdőívet csak az töltse ki, aki már részt vett egy pszichogenetikai kutatásban, amely során DNS-mintát is vettek tőle!”

Az itemek:

1. Jelenleg foglalkoztatva van Ön?

- ☐ Igen
- ☐ Nem (Kérjük, ugorjon a 9. kérdésre!)

2. Amikor dolgozik, hányszor fordul elő az, hogy unatkozni kezd?

- ☐ Soha
- ☐ Ritkán (egyszer-kétszer)
- ☐ Néha (több mint egy-két alkalommal)
- ☐ Gyakran
- ☐ Mindennap, vagy majdnem mindennap

3. Amikor dolgozik, hányszor fordul elő az, hogy úgy érzi, annak a nehézségi szintje, amit éppen csinál, pontosan összhangban van a képességeivel?

- ☐ Soha
- ☐ Ritkán (egyszer-kétszer)
- ☐ Néha (több mint egy-két alkalommal)
- ☐ Gyakran
- ☐ Mindennap, vagy majdnem mindennap

4. Amikor dolgozik, hányszor fordul elő az, hogy egyértelműen kirajzolódik Ön előtt egy cél, és azok a lépések is, amik elvezethetnek hozzá?

- ☐ Soha
- ☐ Ritkán (egyszer-kétszer)
- ☐ Néha (több mint egy-két alkalommal)
- ☐ Gyakran
- ☐ Mindennap, vagy majdnem mindennap

5. Amikor dolgozik, hányszor fordul elő az, hogy tudatában van annak, hogy mennyire jól vagy rosszul teljesít abban, amit csinál?

- ☐ Soha
- ☐ Ritkán (egyszer-kétszer)
- ☐ Néha (több mint egy-két alkalommal)
- ☐ Gyakran
- ☐ Mindennap, vagy majdnem mindennap

6. Amikor dolgozik, hányszor fordul elő az, hogy úgy érzi, csak egy dologra összpontosít?

- ☐ Soha
- ☐ Ritkán (egyszer-kétszer)
- ☐ Néha (több mint egy-két alkalommal)
- ☐ Gyakran
- ☐ Mindennap, vagy majdnem mindennap

7. Amikor dolgozik, hányszor fordul elő az, hogy úgy érzi, teljesen az uralma alatt tartja az eseményeket?

- ☐ Soha
- ☐ Ritkán (egyszer-kétszer)
- ☐ Néha (több mint egy-két alkalommal)
- ☐ Gyakran
- ☐ Mindennap, vagy majdnem mindennap

8. Amikor dolgozik, hányszor fordul elő az, hogy úgy érzi, az, amit csinál, roppant élvezetes?

- ☐ Soha
- ☐ Ritkán (egyszer-kétszer)
- ☐ Néha (több mint egy-két alkalommal)
- ☐ Gyakran
- ☐ Mindennap, vagy majdnem mindennap

9. Amikor házkörüli munkát vagy egyéb mindennapos feladatokat (pl. főzés, takarítás, vásárlás) végez, hányszor fordul elő az, hogy unatkozni kezd?

- ☐ Soha

- ☐ Ritkán (egyszer-kétszer)
- ☐ Néha (több mint egy-két alkalommal)
- ☐ Gyakran
- ☐ Mindennap, vagy majdnem mindennap

10. Amikor házkörüli munkát vagy egyéb mindennapos feladatokat (pl. főzés, takarítás, vásárlás) végez, hányszor fordul elő az, hogy úgy érzi, annak a nehézségi szintje, amit éppen csinál, pontosan összhangban van a képességeivel?

- ☐ Soha
- ☐ Ritkán (egyszer-kétszer)
- ☐ Néha (több mint egy-két alkalommal)
- ☐ Gyakran
- ☐ Mindennap, vagy majdnem mindennap

11. Amikor házkörüli munkát vagy egyéb mindennapos feladatokat (pl. főzés, takarítás, vásárlás) végez, hányszor fordul elő az, hogy egyértelműen kirajzolódik Ön előtt egy cél, és azok a lépések is, amik elvezethetnek hozzá?

- ☐ Soha
- ☐ Ritkán (egyszer-kétszer)
- ☐ Néha (több mint egy-két alkalommal)
- ☐ Gyakran
- ☐ Mindennap, vagy majdnem mindennap

12. Amikor házkörüli munkát vagy egyéb mindennapos feladatokat (pl. főzés, takarítás, vásárlás) végez, hányszor fordul elő az, hogy tudatában van annak, hogy mennyire jól vagy rosszul teljesít abban, amit csinál?

- ☐ Soha
- ☐ Ritkán (egyszer-kétszer)
- ☐ Néha (több mint egy-két alkalommal)
- ☐ Gyakran
- ☐ Mindennap, vagy majdnem mindennap

13. Amikor házkörüli munkát vagy egyéb mindennapos feladatokat (pl. főzés, takarítás, vásárlás) végez, hányszor fordul elő az, hogy úgy érzi, csak egy dologra összpontosít?

- ☐ Soha

- ☐ Ritkán (egyszer-kétszer)
- ☐ Néha (több mint egy-két alkalommal)
- ☐ Gyakran
- ☐ Mindennap, vagy majdnem mindennap

14. Amikor házkörüli munkát vagy egyéb mindennapos feladatokat (pl. főzés, takarítás, vásárlás) végez, hányszor fordul elő az, hogy úgy érzi, teljesen az uralma alatt tartja az eseményeket?

- ☐ Soha
- ☐ Ritkán (egyszer-kétszer)
- ☐ Néha (több mint egy-két alkalommal)
- ☐ Gyakran
- ☐ Mindennap, vagy majdnem mindennap

15. Amikor házkörüli munkát vagy egyéb mindennapos feladatokat (pl. főzés, takarítás, vásárlás) végez, hányszor fordul elő az, hogy úgy érzi, az, amit csinál, roppant élvezetes?

- ☐ Soha
- ☐ Ritkán (egyszer-kétszer)
- ☐ Néha (több mint egy-két alkalommal)
- ☐ Gyakran
- ☐ Mindennap, vagy majdnem mindennap

16. Amikor szabadidejét tölti el, hányszor fordul elő az, hogy unatkozni kezd?

- ☐ Soha
- ☐ Ritkán (egyszer-kétszer)
- ☐ Néha (több mint egy-két alkalommal)
- ☐ Gyakran
- ☐ Mindennap, vagy majdnem mindennap

17. Amikor szabadidejét tölti el, hányszor fordul elő az, hogy úgy érzi, annak a nehézségi szintje, amit éppen csinál, pontosan összhangban van a képességeivel?

- ☐ Soha
- ☐ Ritkán (egyszer-kétszer)
- ☐ Néha (több mint egy-két alkalommal)
- ☐ Gyakran

- ☐ Mindennap, vagy majdnem mindennap

18. Amikor szabadidejét tölti el, hányszor fordul elő az, hogy egyértelműen kirajzolódik Ön előtt egy cél, és azok a lépések is, amik elvezethetnek hozzá?

- ☐ Soha
☐ Ritkán (egyszer-kétszer)
☐ Néha (több mint egy-két alkalommal)
☐ Gyakran
☐ Mindennap, vagy majdnem mindennap

19. Amikor szabadidejét tölti el, hányszor fordul elő az, hogy tudatában van annak, hogy mennyire jól vagy rosszul teljesít abban, amit csinál?

- ☐ Soha
☐ Ritkán (egyszer-kétszer)
☐ Néha (több mint egy-két alkalommal)
☐ Gyakran
☐ Mindennap, vagy majdnem mindennap

20. Amikor szabadidejét tölti el, hányszor fordul elő az, hogy úgy érzi, csak egy dologra összpontosít?

- ☐ Soha
☐ Ritkán (egyszer-kétszer)
☐ Néha (több mint egy-két alkalommal)
☐ Gyakran
☐ Mindennap, vagy majdnem mindennap

21. Amikor szabadidejét tölti el, hányszor fordul elő az, hogy úgy érzi, teljesen uralma alatt tartja az eseményeket?

- ☐ Soha
☐ Ritkán (egyszer-kétszer)
☐ Néha (több mint egy-két alkalommal)
☐ Gyakran
☐ Mindennap, vagy majdnem mindennap

22. Amikor szabadidejét tölti el, hányszor fordul elő az, hogy úgy érzi, az, amit csinál, roppant élvezetes?

- ☐ Soha
- ☐ Ritkán (egyszer-kétszer)
- ☐ Néha (több mint egy-két alkalommal)
- ☐ Gyakran
- ☐ Mindennap, vagy majdnem mindennap