IDEGTUDOMÁNY

Mit rejtenek a szemmozgások?

A tekintet evolúciós múltunk során valószínűleg már korán fontos társas jelzéssé nőtte ki magát, hiszen általában elárulja, hogy éppen mire figyelünk. Napjainkban a szem különböző mozgásai egyre érdekesebbek a tudomány számára is. A pupilla méretének változásai például egy az éberség fenntartásában is jelentős agytörzsi sejtcsoport működésére is utalhatnak, a szem mozgásai pedig összhangban lehetnek a figyelem mentális térben történő fókuszálásával.

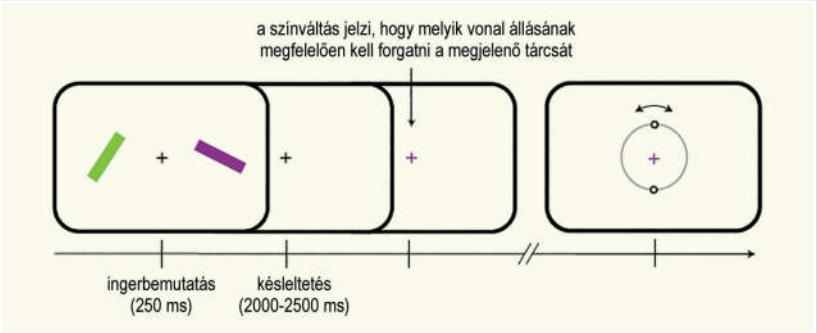
A képzelgés vagy visszaemlékezés során jelentkező szemmozgások több korábbi vizsgálat eredményei szerint is megfelelhetnek a valós vizuális felderítés során megfigyelhető szemmozgásoknak. Ezeket a hirtelen mozdulatokat a francia saccad (rázkódó) szóból eredően szakkádoknak nevezzük. Ezekhez képest jóval apróbb mozdulatok a mikroszakkádok, melyek funkcionális jelentősége máig vitatott. Az egyik legszélesebb körben elfogadott elképzelés szerint, mivel ezek általában csak néhány másodpercnyi fókuszálást követően jelentkeznek, arra szolgálnak, hogy megakadályozzák a retina fényérzékeny sejtjeinek alkalmazkodását az egyhangú ingerléshez azzal, hogy folyton megváltoztatják az adott sejthez jutó fotonok mennyiségét és/vagy minőségét.

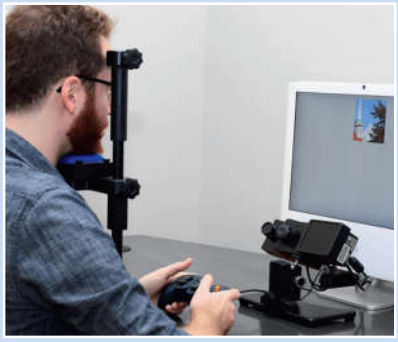
Az utóbbi évek vizsgálatai szerint azonban ezek a mikroszakkádok árulkodhatnak a figyelmi fókuszról is. Az ún. rejtett figyelmi feladatokban a kísérleti személyeket arra kérik, hogy a képernyő egy adott pontjára fókuszáljanak, miközben egy ettől eltérő pontra figyelnek. Ilyen feladatokat alkalmazó vizsgálatokban megfigyelték, hogy a mikroszakkádok általában abba az irányba mutatnak, amerre a résztvevő a figyelmét irányítja. Egy új tanulmány szerint a mikroszakkádok irányát nem csak a kifelé irányuló figyelem, hanem az emlékezeti folyamatokhoz köthető figyelem is befolyásolja.

A kutatók négy kísérletben szemmozgáskövető berendezés segítségével rögzítették a résztvevők szemmozgásait, miközben azok különböző feladatokat oldottak meg egy számítógépen. Az első vizsgálatban a képernyő közepén egy kereszt, ennek két oldalán pedig színes vonalak jelentek meg, 0–180 fokkal elforgatva. A két vonal mindössze 250 milliszekundumig (ms) volt látható. Nagyjából két másodperc elteltével a kereszt az egyik vonallal megegyező színűvé változott, így jelezve, hogy melyik vonal orientációját kell reprodukálnia a résztvevőnek a később megjelenő tárcsán. A tárcsát a billentyűzet segítségével lehetett forgatni. A szemmozgás elemzése felfedte, hogy a kereszt színváltását követő mikroszakkádok nagyrészt a kérdezett vonal irányába mutattak.

A következő tanulmányban egyszerre négy színes vonal jelent meg a képernyő négy sarkában, ezek 500 ms-ig maradtak a képernyőn. Ezúttal 1 másodperc elteltével a központi kereszt megint színt váltott, de egyes esetekben szürke lett, máskor pedig megint a később reprodukálandó vonal színét jelezte. A kereszt színe 200 ms-ra maradt meg, majd visszaváltott feketére és egy másodperc elteltével már mindenképpen a kérdezett vonal színét mutatta. Ebben az esetben is megjelent a kérdezett vonal irányába mutató mikroszakkádok túlsúlya, ráadásul mindig az első informatív színváltást követően. Ebből arra következtettek a kutatók, hogy ezek a mikroszakkádok a figyelem mentális térben történő fókuszálását kísérik és nem a figyelem fenntartásával kapcsolatosak.

Az első kísérleti feladat vázlata (FORRÁS: VAN EDE ET AL., 2019 – NATURE HUMAN BEHAVIOUR)





A vizsgálatban használt szemmozgáskövető készülék. A kísérleti résztvevő állát az erre kialakított keretbe illeszti, az asztalon elhelyezett kamera pedig rögzíti a szem mozgásait. (FORRÁS: HTTPS://WWW.SR-RESEARCH.COM/PRODUCTS/EYELINK-1000-PLUS/)

A kutatók további két vizsgálattal erősítették meg eredményeiket, ezek egyikében például a vonalak orientációja alapján kellett azok színét megadniuk a résztvevőknek. A kutatás összességében felveti, hogy a mikroszakkádok iránya követheti a munkamemória tartalmára irányuló figyelmi fókuszálást. A jelenség magyarázata az lehet, hogy a szemmozgásokat létrehozó és a figyelmet fókuszáló idegrendszeri hálózatok nagymértékben összefonódtak, hiszen eredetileg főleg a szemmozgások változtatták a figyelem fókuszát. A magasabb rendű mentális működések megjelenésével a figyelem már a belső, mentális térre is kiterjedhet és ez is egybeesik a szemek apró mozdulataival, noha itt ezeknek már nincs funkcionális jelentősége. A kutatók bíznak benne, hogy a jelenség hasznosnak bizonyul a figyelmi és az emlékezeti folyamatok további vizsgálatában.

Reichardt Richárd

ÖKOLÓGIA

Kérészvédő fénysorompó

Az elmúlt évek óriási rajzásait követően már mind megismerkedhettünk a védett dunavirág (*Ephoron virgo*) nevével, amely több évtizedes szünet után 2012 óta gyönyörködtet újra tömeges szárnyalásával a Duna teljes magyarországi szakaszán. A megjelenése miatt fehér kérésznek is nevezett rovar mostani térhódítása azonban nem csak örömet, hanem korábban nem ismert természetvédelmi és közlekedésbiztonsági problémákat is okoz, melyek elhárítására a világon elsőként Tahitótfalunál valósult meg egy műszaki fejlesztés.

A sötétedés után rajzó kérészek repülését természetes körülmények között a folyó folytonos optikai jele, a vízfelszínről visszavert erősen és vízszintesen poláros fény irányítja. E markáns jel azonban a hidak előtt hirtelen eltűnik a gyengén és többnyire függőlegesen poláros hídtükörkép miatt. A kérészek emiatt elveszítik polarizációs iránytűjüket, és egyre növekvő tömegben torlódnak fel a híd előtt. A rovarokat ezután erősen vonzzák a hidat megvilágító mesterséges fények. Azok körül aztán akár órákig tartó örvénylő táncba kezdenek, melynek végén a halálosan kimerült egyedek az útra leszállva lerakják tojáscsomójukat és elpusztulnak. Mivel ezek nem a vízbe, hanem a száraz aszfaltútra kerülnek, az összetett ökológiai fénycsapda révén a kérészek utódgenerációja is nagymértékben sérül.

A természetvédelmi kár, valamint a Duna élővilágára egyaránt káros folyamat mellett ráadásul új veszélyhelyzetek kialakulásával is számolni kell. Az úton felhalmozódó bomló kérésztetemek ugyanis közegészségügyi kockázatot jelentenek, mindemellett pedig csúszóssá teszik az útfelületet, így a kerékpáros, motoros és autós közlekedés egyaránt veszélyessé válik. A fototaxis (fényintenzitáshoz való vonzódás) és polarotaxis (fénypolarizációhoz történő vonzódás) által vezérelt összetett ökológiai csapdahatás egyébként nem kizárólag hazánkból ismert, a dunavirág ugyanis Európa több nagyobb folyóján is elterjedt az elmúlt 10–15 évben.

Óriási kérészcsóvák a tahitótfalui Tildy Zoltán-hídon
(FOTÓ: KRISKA GYÖRGY)

Az ELTE Környezetoptika Laboratóriumának és az MTA Ökológiai Kutatóközpont Duna-kutató Intézetének szakembereiként jómagam, valamint Egri Ádám, Száz Dénes, Horváth Gábor és Kriska György a fenti csapdahatás 2012-ben történt leírása után célul tűztük ki egy olyan módszer kidolgozását, mellyel a kérészek védelme a közlekedésbiztonság szempontjait is figyelembe véve megoldható. Ehhez olyan terepkísérleteket végeztünk a tahitótfalui Tildy Zoltán, az Ipolyon átívelő letkési, valamint a Rábát átszelő rábahídvégi hídnál, melyek során egyre pontosabb ismereteket szereztünk a dunavirág látásáról és viselkedéséről. Eredményeink alapján kifejlesztettük az érintett hidakra rögzíthető védő fénysorompót, melynek erős reflektorai közvetlenül a folyó felett, annak közelében tartják a rajzó kérészeket, így végül tojáscsomóikkal együtt nem az aszfaltra, hanem a vízbe hullanak, ezáltal utódaik megmenekülhetnek. Az optikai védőrendszer első véglegesen telepíthető változatát idén április végén építettük ki a tahitótfalui Tildy Zoltán-hídra a Nemzet Fiatal Tehetségeiért Ösztöndíj támogatásával.

Az újonnan létesülő védőrendszer két részből áll. Az egyik maga a hídpillérre folyásirányban felszerelt, két nagy fényerejű, kék lámpából álló fénysorompó, mely a kérészek rajzási időszakának estéin – amikor az égboltfény intenzitása egy előre beállított szint alá csökken – automatikusan bekapcsol. Hogy az eszköz a lehető legnagyobb hatékonyságú legyen, arra is szükség van, hogy a hidat megvilágító lámpák a hatóságok által is jóváhagyott kisebb fényerősséggel működjenek. A védőrendszer másik részét ezért szabályozható fényerejű, energiatakarékos és olcsóbban működtethető hídvilágítás jelenti.

A dunavirág idén augusztus elejétől várható rajzási időszakában tehát már harcra készen állhat a teljes védeem. Attól nem kell tartani, hogy a fénysorompó túlterhelődik, azaz olyan sok kérészt csapdáz, hogy az újonnan érkezők végül mégis feljutnak a hídra, mert amikor a kérésztömeg eléri a vízfelszínt, akkor az egyedek elsodródása miatt menynyiségük lecsökken.

FARKAS ALEXANDRA

A most felszerelt védő fénysorompó feladata, hogy megakadályozza a kérészek hídra történő felrepülését (FOTÓ: EGRI ÁDÁM)