

Brenda Dalma Barbara,¹  Kanyó Ferenc,²  Horváth Galina,³ 
Vásárhelyi-Nagy Ildikó⁴ 

A reakciókészség fejlesztése megkülönböztető jelzést használó gépjárművezetők körében BlazePod segítségével – 1. rész

Developing the Reaction Time of Drivers of Emergency Vehicles with the Help of BlazePod – Part 1

A megkülönböztető jelzést használó járművek vezetése komplex készségeket igényel. A járművezetőknek nemcsak a forgalmi környezethez és a mentési körülményekhez kell alkalmazkodniuk, hanem rendszeres képzésük és észlelési képességeik folyamatos nyomon követése is elengedhetetlen. A közúti járművezetők pályaalakmassági vizsgálatáról szóló szabályozás alapján a járművezetőknek rendelkezniük kell az öt évre kibocsátott PÁV 1. pályaalakmassági vizsgálatával, amelynek része a reakció- és döntéshozatali képességek felmérése. Jelen cikk szerzői elsőként vizsgálták Magyarországon és Európában a BlazePod speciális fejlesztőprogram alkalmazási lehetőségeit a katasztrófavédelmi és sürgősségi egészségügyi ellátás területén. A cikksorozat első részében a szerzők a reakciókészség fejlesztésével kapcsolatos elméleti ismereteket és a BlazePod eszköz alkalmazási lehetőségeit vizsgálják meg. Bemutatják továbbá az empirikus kutatás célkitűzéseit, tartalmát és módszertanát. A cikksorozat második részében pedig empirikus kutatásaik eredményeit fogják összefoglalni.

Kulcsszavak: pályaalakmasság, reakciókészség, BlazePod, megkülönböztető jelzést használó járművek, a közlekedési balesetek megelőzése

¹ Hallgató, Semmelweis Egyetem, e-mail: dalma.brenda@gmail.com

² Tűzoltósági főfelügyelő, Fővárosi Katasztrófavédelmi Igazgatóság, e-mail: ferenc.kanyo@katved.gov.hu

³ Tudományos segédmunkatárs, Nemzeti Közszerológiai Egyetem Rendészettudományi Kar Katasztrófavédelmi Intézet, e-mail: horvath.galina@uni.nke.hu

⁴ Főiskolai tanársegéd, Semmelweis Egyetem, e-mail: ildiko471@gmail.com

Driving vehicles using distinctive signs requires complex skills. Drivers not only have to adapt to the traffic environment and rescue circumstances, but regular training and continuous monitoring of their perception skills are also essential. According to the regulation on the roadworthiness test of road vehicle drivers, drivers must have the PÁV 1 roadworthiness test issued for five years, which includes an assessment of reaction and decision-making skills. The authors of this article were the first to examine the application possibilities of the BlazePod special development program in the fields of disaster management and emergency healthcare in Hungary and Europe. In the first part of the article series, the authors examine the theoretical knowledge related to the development of responsiveness and the application possibilities of the BlazePod tool. The objectives, content and methodology of the empirical research will also be presented. In the second part of the article series, they will summarise the results of their empirical research.

Keywords: roadworthiness, responsiveness, BlazePod, emergency vehicles, traffic accident prevention

Bevezetés

A közlekedési balesetek megelőzése és a sürgősségi helyzetek hatékony kezelése érdekében kiemelt figyelmet érdemelnek a megkülönböztető jelzéssel közlekedő járművek vezetői. A járművezetők reakcióideje és döntéshozatali képessége közvetlenül befolyásolja a balesetek elkerülését és az érintettek életének védelmét. A megkülönböztető jelzéssel közlekedő járművek vezetése komplex készségeket igényel, amelyek rendszeres fejlesztést és nyomon követést kívánnak. 2023. január 1-jén lépett hatályba a közúti járművezetők pályaalakmassági vizsgálatáról szóló 444/2017. (XII. 27.) Korm. rendelet, amely alapján a járművezetőknek rendelkezniük kell az öt évre kibocsátott PÁV 1 (Pályaalakmassági Vizsgálat 1) vizsgálatlaltal, amelynek keretében az érintettek reakció- és döntéshozatali képességeit is felméri. Ezzel össze függésben fontos vizsgálni a gépjárművezetők problémáit és viszonyulásukat az ötévente kötelező pályaalakmasság-vizsgálatokhoz.

Kutatások kimutatták, hogy a vezetők magát a vizsgálatot is stresszforrásként élik meg, ami felveti a kérdést, hogy mennyire tapasztalják meg saját munkájukat, választott hivatásukat stresszként.⁵ A PÁV 1, amely a megkülönböztető jelzéssel közlekedő járművezetők számára kötelező, a vezetői képességek felmérését végzi, különös figyelmet fordítva a reakció- és döntéshozatali képességek értékelésére. Ugyanakkor ez a vizsgálat csak időszakos, nem biztosít folyamatos lehetőséget a reakcióidő monitorozására és fejlesztésére. Erre a problémára adhat választ a BlazePod, amely a reakcióidő mérését és fejlesztését végzi, így biztosítva, hogy a járművezetők készségei ne csak a PÁV 1 időszakában, hanem azt követően is folyamatosan fejlődjenek. Az eddigi kutatások szerint a gyors döntéshozatal és a vizuális ingerekre adott reakciókészség fejleszthető különböző módszerekkel, beleértve a szimulációs tréningeket,

⁵ KONDÁS–KUN–HÉRINC 2016.

a pszichomotoros teszteket és az interaktív reakcióidő-fejlesztő eszközöket, amelyek közé a BlazePod is tartozik.⁶

A BlazePod interaktív reakciófejlesztő eszköz, amely vizuális ingereken, elsősorban szín- és fénylogikákon alapul. A rendszer gyors és pontos válaszadásra ösztönzi a felhasználót, javítva ezzel a reakcióidőt, a kognitív és a koordinációs készségeket.

A szerzők kutatásuk során először az eszköz rehabilitációs területen való alkalmazási lehetőségeit vizsgálták meg. A szakirodalom elemzése megerősítette azt a feltételezést, hogy a BlazePod-edzésprogram alkalmazása a sportolók és a rehabilitáció alatt álló személyek körében is jelentős reakcióidő-fejlődést eredményezhet. A szerzők hipotézise szerint a tréningmódszer olyan csoport számára is kihívást jelenthet, amely az átlagnál fejlettebb reakciókészséggel rendelkezik, amelyet tagjai mindennapi tevékenységeik során is aktívan alkalmaznak. Továbbá a BlazePod és a PÁV 1 között különösen érdekes kapcsolatot találtunk, amely szerint mind a két rendszer fénylogikákra épít.

A PÁV 1 során a járművezetők reakció- és döntéshozatali képességeit olyan fényjelzések segítségével méri, amelyek gyors reakciókat igényelnek. A tesztek szimulált körülmények között zajlanak. A vizsgálat csak az alkalmasságot méri, nem nyújt lehetőséget a készségek fejlesztésére vagy a gyengeségek célzott javítására. A BlazePod is fények és színváltozások révén ösztönzi a felhasználókat gyors válaszadásra, így mindkét rendszer hasonló kognitív és motorikus reakciók fejlesztésére összpontosít. Azonban a BlazePod könnyebb elérhetősége miatt lehetőséget biztosíthat a folyamatos képességfejlesztésre és az alkalmasság objektívebb mérésére. Ezt a párhuzamot figyelembe véve a szerzők arra a következtetésre jutottak, hogy a BlazePodot új területen, a megkülönböztető jelzéssel közlekedő járművezetők reakciókészségének fejlesztésére is lehet alkalmazni.

A jelen kutatás keretében feldolgozott témakör és kutatási tapasztalatok kapcsolódnak a katasztrófavédelmi kutatási területhez, és megfelelő alapot biztosítanak a vonatkozó társadalmi igényeknek történő magas szintű megfeleléshez.⁷ A kutatási eredmények katasztrófavédelmi alkalmazásán túl az eredmények sikeresen felhasználhatók a rendvédelmi és a honvédelmi célból üzemeltetett gépjárművek vezetőinek képzésénél is.⁸ Ilyen járművek lehetnek például a honvédelmi veszélyesáru-szállítmányok, mint a robbanóanyag-szállítmányok vagy a túlméretes szállítmányok is.⁹

A reakciókészség fejlesztésével kapcsolatos elméleti ismeretek vizsgálata

Az empirikus kutatás elvégzéséhez szükséges az elméleti háttér megismerése, tanulmányozása és elemzése is. Az alábbiakban a szerzők röviden összefoglalják a gyakorlati vizsgálatuk során használt alapfogalmakat.

⁶ COUTINHO et al. 2022.

⁷ VASS et al. 2024.

⁸ BEREK-FÖLDI-PADÁNYI 2020.

⁹ KOVÁCS-EMBER 2023.

A központi idegrendszer fejlődése

Az idegrendszer – azon belül is leginkább az agy és annak kognitív képességei – az emberi faj legjellegzetesebb tulajdonságai közé tartozik. Napjainkban az agyat az emberi identitással vonhatjuk párhuzamba, hiszen ennek a szervnek a megértése alapvető fontosságú a kérdés megválaszolásához, hogy miért vagyunk képesek komplexebb feladatok elvégzésére elődjainknél.¹⁰ Az idegrendszer a fejlődés során az egyszerű gerincvelői reflexekből kiindulva komplexebb struktúrává alakult. A gerincvelő biztosította az alapvető, gyors reflexválaszokat, míg az agy fejlődése lehetővé tette a bonyolultabb motoros és kognitív funkciók megjelenését, mint például a tervezés, a tanulás és a döntés készsége. Ahogy az agyi struktúrák egyre kifinomultabbá váltak, a reflexek és a kognitív funkciók közötti kapcsolat is szorosabbá vált, lehetővé téve az integrált válaszokat a környezeti kihívásokra. Ez nemcsak a motoros teljesítményt, hanem az érzékelést és a tudatos döntéshozatalt is fejlesztette, hozzájárulva az emberi faj egyedi képességeihez.

A 19. század elején két kulcsfontosságú esemény vezetett a modern reflexelmélet kialakulásához, amelyek alapvetően hozzájárultak az idegrendszer működésének megértéséhez. Az egyik Legallois kísérlete volt, amely bizonyította a gerincvelő és a reflex kapcsolatát. A másik Bell és Magendie felfedezése, amely rámutatott, hogy a gerincvelő elülső szarvaiból kiinduló idegek a mozgásokat, míg a hátsó szarvból származók az érző funkciókat közvetítik. Ezek a felfedezések hangsúlyozták, hogy a reflex az idegrendszer működési egysége, amely meghatározott idegi szelvényhez kötődik, így megalapozva a kognitív és motoros funkciók közötti összefüggések további vizsgálatát.¹¹

A központi idegrendszer kulcsszerepet játszik a reflexek, valamint a tudatos mozgások irányításában, és alapvetően befolyásolja a humán reakciókészséget. A központi idegrendszer fejlettsége közvetlen hatással van az emberi teljesítményre, különösen olyan komplex helyzetekben, ahol a reakciókészségnek kritikus jelentősége van.

A mozgástanulás idegrendszeri alapjai

A mozgás dinamikus életjelenség, amely az idegrendszer és a mozgató szervrendszer szoros együttműködésének eredményeként jön létre. A mozgatórendszer szoros összefüggésben áll az érzőrendszerrel is. Így alakul ki a szenzomotoros integráció, tehát a szervezet képessége, hogy a környezeti ingereket észlelje, feldolgozza, és a megfelelő motoros válaszokkal reagáljon rá.

A mozgások végrehajtásában kulcsszerepet játszik az agy frontális lebenyében található motoros kéreg (primer motoros, premotoros, szupplementer motoros), a bazális ganglionok, valamint a kisagy. Továbbá a vázizmok működése, az izom keresztmetszete, az izomtónus és a proprioceptív reflexek állapota mind befolyásolja a mozgások kivitelezését.

1. *Motoros cortex.* A motoros kéreg elsődleges funkciója a test mozgásának irányítása. A homloklebeny része és a központi sulcus előtt helyezkedik el. Ez a terület magában foglalja

¹⁰ SOUSA et al. 2017.

¹¹ JOÓ 2012.

a primer motoros kérget (Brodmann [Br.] 4 zóna), a premotoros kérget (Br. 6 zóna) és a szupplementer motoros áréát. A motoros kéreg a mozgások koordinálásáért felel, biztosítva a különböző ízületek és izomcsoportok összehangolt működését. Ennek köszönhetően képesek vagyunk komplex mozgásokat végezni, mint például a járás és a futás. Ezenkívül a motoros kéreg a kisaggyal és a bazális ganglionokkal együttműködve integrálja az érzékszervekből érkező impulzusokat, így hozzájárul az egyensúly és a testtartás fenntartásához. Specifikus területei, különösen a domináns agyféltekében, alapvető szerepet játszanak a beszédképzésben és a megfelelő mondatkohézió kialakításában. A Broca-terület, amely a bal homlokli lebenyben helyezkedik el, nélkülözhetetlen a szavak és a mondatok helyes kiejtéséhez. Ennek a területnek a sérülése afáziát okozhat, ami megnehezíti a folyékony beszédet. A motoros kéreg irányítja továbbá az arc izmait, lehetővé téve az érzelmek kifejezését és megértését. Az arc izmainak finom kontrollja kifejezetten az arc motoros kontrolljára specializálódott területek révén valósul meg, amelyek szoros kapcsolatban állnak a végtagok motoros területeivel, így fontos szerepet játszanak a nonverbális kommunikációban. A motoros kéreg jelentős része a kéz és az ujjak mozgásának irányítására is összpontosít. Így lehetővé teszi a bonyolult ujjmozgásokat, például a gépelést, az írást és a pontos tárgykezelést. Bár az önkéntes szemmozgásokat elsősorban agytörzsi magok irányítják, a motoros kéreg is részt vesz a vizuális követés és a szakkadikus szemmozgások koordinálásában. A kortikális régiók szerepet játszanak a tekintet irányításában és a szemmozgások összehangolásában a fej és a test orientációjával.¹²

2. *A bazális ganglionok rendszere.* A bazális ganglionok a legnagyobb szubkortikális struktúrák az emberi homloklebenyben. Ez a struktúra arra enged következtetni, hogy megfelelő anatómiai pozícióban vannak ahhoz, hogy befolyásolják a homloklebeny végrehajtó funkcióit, a mozgástervezést és a kognitív funkciókat is.¹³ A bazális ganglionok rendszere ősbib, mint a piramispálya, és feladata az automatizált, holokinetikus mozgások irányítása, amelyek érzelmi elemeket is magukban foglalnak. Tehát fontos szerepet játszik nemcsak a motoros funkciókban, hanem a viselkedésben, valamint ezek mozgásokhoz való kapcsolódásában is.

3. *A kisagy.* A kisagy alapvető szerepet játszik a mozgásszabályozásban, széles körű információt kap a test minden részéről az izmok és az inak feszüléséről, így képes optimalizálni a mozgások végrehajtását, részt vesz az izomtónus, a testtartás és az egyensúly fenntartásában. Ezenfelül a kisagy szerepet játszik még a magasabb kognitív funkciókban is. A transzneurális nyomkövetési módszerek feltárták, hogy a kisagy kapcsolatban van különböző nem motoros kortikális területekkel is, mint például a prefrontális kéreg, amely neurológiai alapot nyújthat a kisagy kognitív funkciókhoz való hozzájárulásához.¹⁴ A transzneurális nyomkövetési módszerek olyan anatómiai nyomjelzőket használnak, amelyekkel összekapcsolt neuroncsoportokat lehet megjelölni. A nyomjelzőt felveszi egy neuron, eljut a posztszinaptikus terminálhoz, átlépi a szinaptikus kapcsolatot, és a kapcsolódó neuront is megjelöli.¹⁵ Továbbá funkcionális képalkotási kutatások alátámasztották a kisagy aktiválódását olyan kognitív feladatok során,

¹² YIP–AWOSIKA–LUI 2024.

¹³ GRAYBIEL 2000.

¹⁴ ROOSTAEI et al. 2014.

¹⁵ FORTINO et al. 2022.

amelyek a memóriát, a nyelvet, az időészlelést, a végrehajtó funkciókat és az érzelmi feldolgozást egyaránt érintik.

4. *Gerincvelői reflexek.* A gerincvelő önállóan is képes reflexmozgások koordinálására, ugyanakkor ezek a mozgások befolyásolhatók a magasabb központok által. A magasabb központok működéséhez pedig elengedhetetlen az alacsonyabb szintű struktúrák bevonása.

A proprioceptív reflexek automatizált válaszmechanizmusok az izom- és ízületi helyzetérzékelésre. Ezek a reflexek kiemelkedő szerepet játszanak a testtartás, az egyensúly és a motoros kontroll fenntartásában.

A patellareflex mechanizmusa aktiválódik, amikor egy izom megnyúlik (például a térdízület flexiója esetén a m. quadriceps femoris). Az izomorsó érzékeli a nyújtást, és az afferens neuronok jelet küldenek a gerincvelőbe. Ezt követően a motoros neuronok aktiválódnak, ami az izom összehúzódását idézi elő. A reflex segíti az izomtónus fenntartását, védi az izmot a passzív megnyúlástól, hozzájárulva ezzel a testtartás megőrzéséhez és a mozgás koordinációjához.

Az Achilles-reflex mechanizmusa esetén a boka hátrafelé feszítése (például a talp megütése) esetén az izomorsó érzékeli az Achilles-ín megnyúlását, és jelet küld az afferens neuronokon keresztül a gerincvelőbe. A gerincvelőben a motoros neuronok aktiválódnak, amelyek összehúzódásra bírják a triceps surae-t. Ennek eredményeként a láb talpi része felfelé mozdul el, tehát plantárflexió jön létre. Ez a reflex lehetővé teszi a test stabilitásának fenntartását és védelmet nyújt a sérülések ellen.

A nociceptív reflexek a fájdalomérzékelésre épült védelmi reflexek. Amikor a nociceptorok (fájdalomérzékelő idegvégződések) aktiválódnak, a gerincvelő gyorsan reagál a fájdalmas ingerekre, automatikus visszahúzódást idézve elő a sérülés helyéről. Így ezek a reflexek gyors válaszokat biztosítanak a fájdalmas ingerek elkerülésére.

A keresztezett extensor reflex mechanizmusa védelmi reflex, amely a fájdalmas ingerekre adott automatikus válaszmechanizmus részeként jön létre. Amikor az egyik végtag visszahúzódik egy fájdalmas inger hatására, a másik végtag automatikusan kinyúlik, hogy megőrizze az egyensúlyt. A keresztezett extensor reflex ezáltal hozzájárul a test stabilitásának fenntartásához sérülés vagy fájdalom esetén.¹⁶

A mozgástanulás folyamata

A tanulás folyamata különböző idegrendszeri mechanizmusok révén zajlik, amelyek közül a piramispálya és a korábban extrapiramidális rendszerként ismert, ma már bazálisganglion-rendszerként említett pályák más-más szerepet töltenek be. A motoros és kognitív tanulás szempontjából ezek a rendszerek eltérő típusú tudás kialakítását segítik elő, attól függően, hogy az egyes motoros képességek milyen mértékben igényelnek tudatos kontrollt, illetve automatizált mozgásformákat.

1. *A piramispálya-rendszer szerepe a tanulásban.* A piramispálya (corticospinalis pálya) a tudatos, akaratlagos motoros kontrollért felelős. A rendszeren keresztül történő tanulás a kezdeti,

¹⁶ TARSOLY-MÉSZÁROS 2011.

tudatos erőfeszítéssel járó motoros tevékenységekhez kötődik, amikor az új mozgásformák megszerzése még aktív figyelmet és intenzív kognitív kontrollt igényel.

Az új motoros készségek elsajátítása során, különösen a tanulás kezdeti szakaszában a piramispálya intenzíven aktiválódik. Ekkor az agykéreg motoros területei irányítják a mozgásokat, amelyek tudatos figyelmet és kontrollt igényelnek. A mozgásokat ebben a fázisban részletesen megtervezve és szándékosan hajtjuk végre, például egy új sportág elsajátítása, új zenei hangszer kezelésének megtanulása, illetve az autóvezetés tanulása során. A piramispálya-rendszer jellemzően akkor aktív, amikor az egyén a mozgásokat szándékosan irányítja, és tudatosan figyel az egyes mozdulatok végrehajtására. Az agykéreg motoros területei közvetlen kapcsolatban állnak a gerincvelő motoros neuronjaival, lehetővé téve a precíz, finom motoros mozgásokat.

2. *A bazálisganglion-rendszer (extrapiramidális rendszer) szerepe a tanulásban.* A bazálisganglion-rendszer olyan motoros mechanizmusokat foglal magában, amelyek nem közvetlenül kapcsolódnak a tudatos mozgásirányításhoz, hanem inkább a mozgások finomhangolásában játszanak szerepet. Ennek a rendszernek a működése különösen akkor válik kihangsúlyozottá, amikor a mozgások automatizálódnak, és rutinszerűvé válnak.

Automatizálás és szokásos mozgásformák. Ahogy a tanulás halad előre, és a motoros készségek elsajátítása egyre inkább rutinszerűvé válik, a bazális ganglionok egyre nagyobb szerepben részesülnek. Ebben a szakaszban az egyes mozgások már nem igényelnek tudatos figyelmet, hanem azok automatikusan, az agy mélyebb struktúráin keresztül hajthatók végre. Ilyen automatizált mozgás lehet például a járás, a futás vagy egy jól begyakorolt hangszerjáték.

Finomhangolás és reflexek. A rendszer az automatizált mozgások stabilitásának biztosításában is szerepet játszik. A mozgások végrehajtásának folyamatosságát, időzítését és a reflexes válaszokat az extrapiramidális mechanizmusok biztosítják. A bazális ganglionok által szabályozott automatizmusok segítségével a motoros mozgások finomhangolódnak, és egyre inkább háttérbe szorul a tudatos kontroll.¹⁷

3. *A tanulás folyamata és a piramispálya, valamint a bazálisganglion-rendszer kölcsönhatása.* A tanulás során a piramispálya és bazálisganglion-rendszer közötti dinamikus egyensúly határozza meg a motoros képességek elsajátításának folyamatát. A tudatos és akaratlagos mozgások irányítása a piramispályán keresztül történik, míg a mozgások automatizálásakor, illetve rutinszerű végrehajtásuk során a bazálisganglion-rendszer kerül előtérbe.

Kezdeti szakasz – piramispálya-dominancia. A tanulás kezdetén, amikor az új motoros készségeket tudatosan kontrolláljuk, a piramispálya szerepe a meghatározó. Ilyenkor a motoros területek aktívan irányítják az egyes mozgásokat, miközben a mozgás intenzív figyelmet és erőfeszítést igényel.

Átmeneti szakasz – a piramispálya- és a bazálisganglion-rendszer együttműködése. A tanulás előrehaladtával a mozgásokat egyre inkább automatizáljuk, így a piramispálya-rendszer szerepe csökken, és az „extrapiramidális” mechanizmusok egyre inkább átvállalhatják a vezetői szerepet. Ebben a szakaszban az agy a mozgások finomhangolásában, stabilizálásában és a reflexes válaszokban egyaránt a bazálisganglion-rendszert alkalmazza.

¹⁷ LEE–MUZIO 2023.

Érett szakasz – a bazálisganglion-rendszer dominanciája. A motoros készségek végleges elsajátítása után egyes mozgások már a bazálisganglion-rendszeren keresztül végrehajthatók. Az agy a mozgásokat automatikusan, tudatos figyelem nélkül végzi, miközben a bazálisganglion-rendszer biztosítja a sima, folyamatos és precíz mozgásokat.

Motorikus képességek és azok fejlesztése

A test felépítése, a szervek és szervrendszerek működése, illetve a különböző külső hatásokra bekövetkező változások együttesen formálják a motorikus készségeket. A struktúra és a funkció között szoros kapcsolat vehető észre, ugyanis a test felépítése befolyásolja a funkciókat, míg a funkciók visszahatnak a struktúrára, fejlesztve azt, és lehetővé téve a magasabb szintű aktivitásokat. A motorikus képességek alapvető feltételei a mozgásos cselekvések elsajátításának és végrehajtásának, valamint a személyiség fontos részei. Ezek a képességek a veleszületett adottságokra építkeznek, és a gyakorlatok során fejlődnek. Didaktikai szempontból a motorikus képességek három fő csoportba sorolhatók:

1. *A kondicionális készségek* azok a képességek, amelyek a test állóképességét, gyorsaságát, erejét fejlesztik.

2. *A koordinációs készségek* lehetővé teszik a test részeinek, illetve a különböző érzékszervek (például szem és kéz vagy szem és láb) hatékony összehangolását mozgás közben. A koordináció a pontos és folyamatos mozgás végrehajtását segíti, és alapvető szerepe van a sportteljesítményben, a sérülésmegelőzésben, valamint a mindennapi tevékenységek elvégzésében egyaránt.

3. *Az izületi mozgékonyság* az ízületek azon képessége, hogy adott irányban milyen mértékben képesek elmozdulni. Ez a mozgástartomány az ízületek felépítésétől, a körülöttük lévő szalagok, izmok rugalmasságától is függ. Az izületi mozgékonyság fontos szerepet játszik a normál mozgás végrehajtásában, mivel lehetővé teszi a mozgásszabadságot.

Ezen képességek fejlesztése elengedhetetlen, ugyanis hiányuk vagy gyenge szintjük megnehezítheti a mozgások elsajátítását, ezért célszerű a motorikus képességek fejlesztését a mozgástanítás előtt elvégezni. A fizikai képességek fenntartásához fontos figyelembe venni, hogy a képességek jelentős mértékben fejleszthetők, és használatuk hiánya visszaféjlődéshez vezethet.¹⁸

Kognitív képességek és azok fejlesztése

A kognitív képességek a gondolkodási folyamatok komplex rendszerét alkotják, és alapvető szerepet játszanak az egyén információfeldolgozásában, problémamegoldásában és interakcióiban. A következő főbb kategóriákba sorolhatók:

1. *Figyelem.* A figyelem képessége lehetővé teszi a környezeti ingerek szelektív észlelését. A figyelmi folyamatok közé tartozik a fókuszálás, a figyelem fenntartása és megosztása, amelyek elengedhetetlenek a hatékony információfeldolgozáshoz.

¹⁸ KIRÁLY-SZAKÁLY 2011.

2. *Memória.* A memória képességei magukban foglalják az információk tárolását, visszeresését és felidézését. A memóriának különböző formái léteznek, beszélhetünk rövid távú és hosszú távú memóriáról, amelyek különböző szerepet játszanak a tanulási folyamatokban és a mindennapi életben.

3. *Gondolkodás.* A gondolkodási képességek közé tartozik a logikai érvelés, a következtetések levonása és a kreatív problémamegoldás, amelyek lehetővé teszik az információk elemzését és a döntések meghozatalát.

4. *Nyelvi képességek.* A nyelvi képességek magukban foglalják a nyelv megértését és használatát, ideértve a beszédet, az írást és a szövegértést. Ezek a képességek alapvetők a kommunikációhoz és a társas interakciókhoz.

5. *Percepció.* A percepció a környezeti ingerek érzékelésének és feldolgozásának folyamata. Magában foglalja az érzékek (látás, hallás, tapintás, ízlelés és szaglás) által gyűjtött információk értelmezését.

6. *Reakciókészség.* A reakciókészség a külső ingerekre adott válaszok gyorsaságát jelenti. Ez a képesség különösen fontos dinamikus környezetben, ahol az azonnali motoros válasz elengedhetetlen.

7. *Kreativitás.* A kreatív képességek lehetővé teszik új ötletek és megoldások generálását, valamint a meglévő fogalmak új megközelítésekkel való bővítését. A kreativitás nemcsak a művészetekben, hanem a tudományban és a mindennapi problémák megoldásában is kulcsszerepet játszik.

Ezek a kognitív képességek szorosan összefonódnak, és közösen járulnak hozzá az egyén általános teljesítményéhez és alkalmazkodóképességéhez. Kiemelkedő szerepet töltenek be a gyermekkori fejlődésben és a felnőttkori tanulási folyamatokban egyaránt. A képességek folyamatosan változnak az életkor előrehaladtával, és nélkülözhetetlenek a gyorsan változó környezethez való alkalmazkodás során. A globális társadalmi és gazdasági kihívások, mint a digitalizáció és az új vállalkozási formák, elengedhetlenné tették az élethosszig tartó tanulást, hogy lépést tudjunk tartani a modern világ gyors változásaival. Mindennapi életünk során a szociális intelligencia, az adaptív gondolkodás és az adatelemzési képességek egyre fontosabbá válnak. A figyelem és a koncentráció alapvető tényező a teljesítmény szempontjából. A kiemelkedő eredmények eléréséhez elengedhetetlen a mentális, fizikai és technikai tényezők harmonikus egyensúlya, különös figyelmet fordítva a fókuszált figyelemre és a teljesítmény kontrolljára. Ezen képességek hatékonyan fejleszthetők, és a fizikai aktivitás kedvezően befolyásolja ezeket. A mozgás következtében az idegsejtek összeköttetései gazdagodnak, ami javítja a tanulási folyamatokat, a memóriát és a kognitív funkciókat.¹⁹

A figyelem és a reakciókészség mérése különösen fontos, mivel ezek közvetlen hatással vannak a döntéshozatali folyamatokra. A gyors és pontos reakciók elengedhetetlenek különböző helyzetekben, legyen szó akár munkahelyi kihívásokról, akár mindennapi döntésekről. Így a figyelem fejlesztése és a reakciókészség mérése kulcsszerepet játszik a teljesítmény optimalizálásában.

¹⁹ HORVÁTH 2024.

A humán reakciókészség fogalma és mérése

A humán reakcióidő (human reaction time, HRT) az az időtartam, amely az inger alkalmazása és az arra adott válaszreakció között telik el. A reakcióidő alapvető tényező a döntéshozatali folyamatban, és fontos mérőszáma az információfeldolgozás sebességének, valamint az arra adott motoros válaszok hatékonyságának. A külső ingerekre adott gyors fizikai reakció, vagyis a gyors reakcióidő az emberi teljesítmény egyik legfontosabb mutatója. Bizonyos szakmákban, mint például pilóták, sportolók és gépjárművezetők körében a gyors reakcióidő elengedhetetlen a megfelelő teljesítményhez.

A reakciókészség folyamata az inger észlelésével kezdődik, amikor a szervezet különböző típusú ingereket (például fényjelzéseket, hangokat vagy mozgó objektumokat) érzékel. Az ingerek a szenzoros rendszeren keresztül, mint a látás, a hallás vagy a tapintás, továbbítódnak az agy megfelelő kérgi központjaiba. Miután az agy az ingerekhez kapcsolódó információkat feldolgozta, meghatározza az ingerre adott megfelelő választ. A reakcióképesség ennek a döntéshozatali folyamatnak a gyorsaságát is befolyásolja. A válasz meghatározása után az agy motoros utasításokat küld a megfelelő izmoknak, hogy végrehajtsák a szükséges mozgást.

A reakciókészség típusai az alábbiak:

1. *Egyszerű reakciókészség.* Az egyszerű reakciókészség esetében a válasz egyetlen, előre meghatározott cselekvést igényel. Például ha fényjelzésre az egyénnek azonnal meg kell nyomnia egy gombot. Ebben az esetben nincs szükség döntéshozatalra, mivel a válasz rögzített és automatikusan végrehajtandó.

2. *Választásos (komplex) reakciókészség.* A választásos reakciókészség esetén az egyénnek több lehetséges választ kell mérlegelnie, az adott ingerre a leginkább megfelelő választ adnia. Például egy sportolónak nemcsak azt kell eldöntenie, hogy mikor reagáljon, hanem azt is, hogyan reagáljon a változó helyzetekre. Egy futballista például a labdára különböző irányokban is reagálhat, attól függően, hogy mi történik a játékban. Ebben az esetben a gyors döntéshozatal kulcsfontosságú, mivel a helyes válasz kiválasztása mindig az adott szituációtól függ.²⁰

A humán reakciókészség mérésére három alapvető tesztet alkalmaznak: egyszerű, felismerési és választási. Az egyszerű reakcióidő tesztje során egyetlen inger és egy válasz figyelhető meg, például egy fényforrás észlelése vagy egy hangra adott reakció. A felismerési tesztben a válaszidőt mérik előre meghatározott ingerekre, miközben a meghatározottól eltérő ingereket figyelmen kívül kell hagyni. Ezzel szemben a választási tesztekben a mérés több inger alapján történik, és a válaszadó személynek több lehetséges választ mérlegelve kell döntenie.

A gépjárművezetők reakcióidőjének mérésére számos különböző módszert fejlesztettek ki, például virtuálisvalóság-alapú reakcióidő-mérést, a kognitív funkció számítógép által vezérelt mérését és testre szerelhető reakciómérő rendszereket. Az utóbbiak jellemzően mozgásérzékelőket használnak, amelyeket a válaszadó személyre helyeznek, ezzel monitorozva az egyén motoros válaszát az ingerekre. A három leggyakrabban alkalmazott

²⁰ MELEGH 2004.

HRT-mérési módszer közül a virtuális valóság és a számítógépes alapú rendszerek a legelterjedtebbek. Azonban ezeknek a rendszereknek a hátránya nagy méretük, költségük, valamint hogy környezeti tényezők hatására gyakran pontatlanok lehetnek.²¹

A BlazePod és a Flash Reflex Training

A BlazePod és a Flash Reflex Training nemcsak innovatív edzésélményt, hanem a kognitív és a motoros funkciók hatékony fejlesztését is elősegíti. A BlazePod interaktív edzéseszköz, amely fénylogikákat használ a felhasználók reakcióidejének és koordinációjának fejlesztésére. Az interaktív LED-podok segítségével dinamikus és szórakoztató edzésformákat biztosít, amelyek célja a reakcióidő, a koordináció, valamint a kondicionális képességek fejlesztése.²² Az eszköz telepítése és használata egyszerű, az okostelefonon keresztül vezérelhető alkalmazás széleskörűen testre szabható lehetőségeket kínál. A felhasználók különböző fénylogikákat választhatnak, saját igényeiknek megfelelően. Az alkalmazásban számos edzési paraméter is beállítható, például az edzés időtartama, a gyakorlatok sorrendje, az intenzitás és a pihenőidő egyaránt.

A BlazePod-tréning előnyei az alábbiak lehetnek:

1. *A kognitív és motoros funkciók integrált fejlesztése.* A BlazePod lehetőséget biztosít a kognitív és motoros funkciók összehangolt fejlesztésére, mivel a vizuális ingerekre adott reakció során a sportolók nemcsak fizikai, hanem mentális terhelést is tapasztalnak. Az interaktív jelzések gyors feldolgozása és a megfelelő mozgás kivitelezése elősegíti az agy plaszticitását, valamint javítja a vizuális és motoros információfeldolgozást.

2. *A reakcióidő és az agilitás növelése.* A rendszer által generált változatos és kiszámíthatatlan vizuális ingerek hatására a felhasználók reakcióideje jelentősen csökkenhet, és agilitásuk növekedhet. Az edzés során alkalmazott intervallumok, gyors mozgások és változatos irányú mozgásminták javíthatják a sportolók döntéshozatali képességét és a dinamikus mozgáskoordinációt.²³

3. *A motiváció és az edzésintenzitás fokozása.* Az interaktív és játékos jellegű edzésprogramok hozzájárulnak a sportolók motivációjának növeléséhez. A BlazePod-tréning során a felhasználók azonnal visszajelzést kaphatnak teljesítményükről, folyamatosan láthatják fejlődésüket, ami pozitív pszichológiai hatást gyakorol rájuk, és növeli az edzésintenzitást. A technológia alkalmazása ezen a területen hozzájárulhat a monoton edzés módszerek elkerüléséhez, ezért csökkenti a kiégés kockázatát.²⁴

4. *Alkalmazhatóság különböző edzésformákban.* A rendszer rugalmasan integrálható különböző edzésprogramokba, legyen szó küzdősportokról, csapatsportokról vagy egyéni sportágakról. Lehetőséget biztosít az edzők számára, hogy egyéni vagy csoportos gyakorlatokat alakítsanak ki, amelyek célzottan fejlesztik a sportolók reakcióidejét és koordinációját. Sokoldalúsága miatt a BlazePod-tréning könnyen adaptálható a különféle sportágak egyedi igényeihez.

²¹ ABBASI et al. 2017.

²² BRYAN–HAYNES 2024.

²³ SHEPPARD–YOUNG 2006.

²⁴ BlazePod Reaction Lights Training for Agility and Reflex Workouts [é. n.].

A fény hatása az idegrendszerre

A fény mint edzésszerszöz kiemelkedő szerepet játszik az idegrendszer teljesítményének javításában. Kutatások alátámasztják, hogy a fény intenzitásának és spektrumának alkalmazása jelentős hatással van a kognitív és motoros teljesítményre, különösen a reakcióidőre és a koncentrációra. Az emberi idegrendszer erőteljesen reagál a különböző fényingerekre, mivel azok közvetlenül befolyásolják az agy éberségét, aktivitását és a kognitív funkciókat. A fény erőssége és színe egyaránt fokozhatja a figyelmet, mivel az agy az intenzív fényingerekre gyorsabban reagál.

1. *A megvilágítás hatásai a reakcióidőre és a figyelemre.* Felfedezték, hogy a magasabb fényerő jelentősen növelte a figyelmet és az éberséget, a legnagyobb koncentrációt 500 lux mellett mérték. További kutatások is alátámasztják, hogy a fokozott megvilágítás javítja a éberséget és a folyamatos figyelmet megkövetelő feladatok teljesítményét, még alváshiányos állapotban is. A BlazePod esetében a fényerősség általában 200 és 1000 lux között állítható, így lehetőséget biztosít a felhasználók számára, hogy a fény intenzitását egyéni igényeiknek megfelelően állítsák be. Ez a testreszabhatóság kulcsfontosságú, mivel lehetővé teszi, hogy a felhasználók fokozatosan növeljék a fényerősséget az edzés előrehaladtával, és beállítsák az optimális fényerősséget a megfelelő koncentrációhoz.

2. *A kék fény hatása.* Több kutatás is rámutat a kék fény kognitív funkciókra gyakorolt pozitív hatásaira. Például Motamedzadeh és munkatársai igazolták, hogy a késsel dúsított fehér fény jelentősen fokozta a munkamemóriát és a fenntartott figyelmet, miközben csökkentette a feladatok során elkövetett hibákat. A BlazePod eszköze kétfajta kék elemet is alkalmaz a fénylogikák során, így segítheti a választásos reakcióidő edzését a kék fény keresése. Továbbá segíthetnek a felhasználóknak abban, hogy jobban összpontosítsanak a feladatokra, és hatékonyabban szűrjék a zavaró ingereket. Ez különösen fontos lehet olyan helyzetekben, amikor gyors döntéshozatalra van szükség.²⁵

A PÁV 1

A PÁV 1 a közlekedési szektorban, különösen a megkülönböztetett gépjárművek vezetésére (mentő, tűzoltó és rendőrségi járművek) kijelölt személyek alkalmasságának meghatározására szolgáló komplex vizsgálat. A hatályos közúti járművezetők pályaalkalmassági vizsgálatáról szóló 444/2017. (XII. 27.) Korm. rendelet alapján „a pályaalkalmassági vizsgálat célja annak megállapítása, hogy a gépjárművezető

- a) rendelkezik-e azokkal az egyéni pszichológiai jellemzőkkel, amelyek szükségesek a biztonságos járművezetési tevékenységhez, a közlekedési helyzetekhez való alkalmazkodáshoz, a járművezetés közben jelentkező terhelés elviseléséhez,
- b) rendelkezik-e a jármű biztonságos vezetéséhez szükséges észlelési, döntési és cselekvési képességgel,
- c) képes-e elsajátítani a járművezetéshez szükséges ismereteket és készségeket.”

²⁵ GOLMOHAMMADI et al. 2021.

A PÁV 1 több lépcsőben történik. Az alkalmasság megállapítása érdekében a következő szempontok szerint zajlik:

1. *Pszichológiai alkalmasság.* A vizsgálat során a jelöltet különböző pszichológiai teszteknek vetik alá, amelyek a kognitív funkciókat, a figyelmet, a problémamegoldó képességet, valamint a döntéshozatali képességeket mérik. A cél annak meghatározása, hogy a jelölt képes-e gyors és pontos döntéseket meghozni. A tesztek kiterjednek a reakcióidő, valamint a figyelem fenntartásának és a helyes választások gyors meghozatalának mérésére is.

2. *Stressztűrés és a krízishelyzetek kezelése.* A megkülönböztetett járművek vezetése különösen nagy felelősséggel jár, ezért a vizsgálat során a jelölteknek különböző stresszhelyzetekben kell teljesíteniük. A tesztelés során a vizsgált személyeket olyan szimulált helyzetekbe helyezik, amelyek célja annak meghatározása, hogy képesek-e fenntartani a mentális stabilitást és a helyes döntéshozatali képességet pszichésen megterhelő körülmények között.

3. *Reakciókészség-mérés.* A PÁV 1 során különös figyelmet kap a reakciókészség értékelése, mivel a vezetés során elengedhetetlen a gyors fizikai reakció és a precíz motoros koordináció. A tesztek célja annak felmérése, hogy a jelölt képes-e gyorsan reagálni vizuális vagy auditív ingerekre, és hogy az egyes reakciók pontosak és megfelelők-e.

4. *Fizikai alkalmasság.* A vizsgálat során a fizikai alkalmasság is szerepet kap. A látás, a hallás és az általános fizikai állapot vizsgálata alapvető fontosságú ahhoz, hogy a jelölt a hosszú távú, fáradsággal járó vezetési feladatokat biztonságosan végezhesse el.

Az empirikus kutatás célkitűzései és tartalma

A kutatás újdonságot képvisel a közlekedésbiztonsági és mentőszolgálatokkal kapcsolatos tudományos diskurzusban, mivel a BlazePod alkalmazása a járművezetők reakcióképességének fejlesztésére eddig nem volt széleskörűen vizsgálva, sem Magyarországon, sem Európában. A BlazePod eszköz innovatív jellege lehetőséget ad arra, hogy a járművezetők reakcióképességét valós időben mérjük és fejlesszük egyaránt.

A kutatás keretében a Nógrád Vármegyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság, az Országos Mentőszolgálat Salgótarjáni Mentőállomás és az MVM Paksi Atomerőmű – Atomerőmű Tűzoltóság ($n = 36$) tűzoltó/mentő gépjárművezető állományának 3 hónapos, heti 1 alkalmas fejlesztését végeztük. A résztvevőknek a BlazePod reakciófejlesztő eszközzel 3 progresszíven változó feladatot kellett végrehajtaniuk. Az elemzésekhez a Microsoft Excel programot használtuk, a fejlesztett és a kontrollcsoport fejlődésének összehasonlításához t-próbát alkalmaztunk ($\alpha = 0,05$), valamint elemeztük a fejlesztett csoport egyéni fejlődését.

Tanulmányunk kapcsolódik a közlekedési balesetek megelőzésére, illetve a járművezetők reakcióidejének javítására irányuló korábbi kutatásokhoz, azonban új módszertani alapokat kínál a reakcióidő folyamatos, dinamikus mérésére és javítására.

A kutatás célja

Az empirikus kutatás elsődleges célja egy olyan fejlesztőprogram kidolgozása és hatékonyságának vizsgálata volt, amely hozzájárulhat a megkülönböztetett gépjárművezetők reakcióidejének

csökkentéséhez. A program a BlazePod alkalmazásával valósult meg, amelyet Magyarországon és Európában először teszteltünk katasztrófavédelmi és mentőszolgálati területen. Célunk annak meghatározása volt, hogy a fejlesztőprogram milyen mértékben járulhat hozzá a járművezetők reakcióidejének javításához. A vizsgálat gyakorlati haszna abban rejlik, hogy a járművezetők számára objektív, mérhető és fejleszthető módon lehetőség nyílik készségeik javítására.

A kutatás tárgya

A kutatás tárgya a megkülönböztető jelzést használó járművek vezetői reakcióidejének fejlesztése, amely során a BlazePod-technológiával kivitelezett tréningprogram hatékonyságát vizsgáljuk. A vizsgált jelenség lényege annak feltárása, hogy a speciális, katasztrófavédelmi és mentőszolgálati környezetben dolgozó járművezetők reakcióidejének fejlesztése milyen mértékben valósítható meg. A vészfékezési távolság csökkenését gyakorlati példaként, számított paraméterek alapján szemléltetjük.

A szerzők olyan jelenségeket vizsgáltak, mint a kognitív és a motoros reakcióidő, az átlagos reakcióidő, valamint a pontos és a pontatlan reakciók egy előre meghatározott ingerre, amelyek kulcsfontosságúak a kritikus helyzetek hatékony kezelésében. A vizsgálat három hónapon át tartó, heti egy alkalommal végzett tréningprogramot foglal magába.

A szerzők különös figyelmet fordítottak arra is, hogy a fejlesztési protokoll ne akadályozza a mentési tevékenységeket, és ne terhelje meg túlságosan a szolgálatban lévő egyént. Ennek érdekében a tréningprotokoll három, egymást követő, egyperces edzésintervallumot tartalmaz, biztosítva ezzel a hatékonyság optimalizálását és a szolgálat zavartalan működését.

A kutatás hipotézisei

A kutatásban több hipotézis felállításával és ezek igazolásával vagy cáfolásával szeretnénk következtetni a korábbiakban taglalt kérdésekre vonatkozó válaszokra.

(H1) A fejlesztőprogram jelentős mértékben csökkenti a járművezetők reakcióidejét a tréning előtti állapothoz képest.

(H1_o) A fejlesztőprogram nem okoz statisztikailag szignifikáns változást a járművezetők reakcióidejében.

(H2) A fejlesztőprogramban részt vevő csoport reakcióideje szignifikánsan jobb lesz, mint egy kontrollcsoporté, amely nem vesz részt a programban.

(H2_o) Nincs szignifikáns különbség a fejlesztőprogramban részt vevő csoport és a kontrollcsoport reakcióideje között.

(H3) A tréning hatékonysága nem függ lényegesen a járművezetők életkorától.

(H3_o) A járművezetők életkora szignifikáns hatással van a tréning által elért reakcióidő-javulás mértékére.

(H4) A fejlesztőprogram hatékonysága az eltérő szolgálati csoportok (például tűzoltó/mentő) között nem mutat lényegi különbséget.

(H4_o) A szolgálati csoport szignifikáns különbséget eredményez a fejlesztőprogram által elért reakcióidő-javulás mértékében.

(H5) A program során mért reakcióidő-javulás mértéke a különböző, progresszíven növekvő nehézségű feladatok esetén is hasonló trendet mutat.

(H5_o) A reakcióidő-javulás mértéke nem mutat szignifikáns eltérést a különböző nehézségű feladatok között.

(H6) Az egyéni fejlődéseket tekintetbe véve az egyén helyes ütéseinek száma növekedni fog az első mért alkalomhoz képest, vagyis javul a teljesítménye.

(H6_o) Az egyéni fejlődéseket tekintetbe véve az egyén helyes ütéseinek száma nem változik szignifikánsan, vagy akár csökkenhet az első mért alkalomhoz képest.

(H7) Az egyén hibás ütéseinek száma csökkenni fog az első mért alkalomhoz képest, tehát kevesebb hibát fog követelni.

(H7_o) Az egyén hibás ütéseinek száma nem változik szignifikánsan, vagy akár növekedhet az első mért alkalomhoz képest.

A minta és a mintavétel tartalma

Az empirikus kutatás keretében a Nógrád Vármegyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság, az Országos Mentőszolgálat Salgótarjáni Mentőállomás és a MVM Paksi Atomerőmű – Atomerőmű Tűzoltóság 35 (n = 35) tűzoltó/mentő gépjárművezető állományát vizsgáltuk. A fejlesztett csoport eredményeit egy 18 fős kontrollcsoporttal vetettük össze, amely 9 mentőből és 9 tűzoltóból állt.

1. Beválogatási kritériumok. A mintavétel során az alábbi kritériumokat alkalmaztuk a résztvevők kiválasztására:

- A vizsgálatban kizárólag tűzoltók/mentők vehettek részt, akik napi munkájuk során megkülönböztetett járműveket vezethetnek, és akik a speciális mentési körülmények között is magas fokú reakciókészséget igényelnek.
- A Kormányrendelet (444/2017. [XII. 27.]) előírásai alapján a kutatásba kizárólag olyan járművezetőket vontunk be, akik megfeleltek a PÁV 1 vizsgálaton, és legalább fél éve érvényes minősítéssel rendelkeznek.
- A részvétel feltétele volt, hogy az alanyok legalább egy év munkatapasztalattal rendelkezzenek tűzoltó-/mentőfeladatok ellátásában, biztosítva ezzel a szükséges szakmai gyakorlatot és a munkakörrel kapcsolatos rutinszerű tapasztalatot.
- A kutatás megkezdése előtt a belügyminisztériumi engedély alapfeltétel volt, amely biztosította, hogy a vizsgálat a szükséges jogi és etikai előírásoknak megfelelően valósuljon meg.
- A vizsgálatban kizárólag olyan alanyok vehettek részt, akiknek az elmúlt hat hónapban nem volt részük jelentős munkarendi változásban, illetve nem vállaltak olyan külső feladatokat, amelyek a fejlesztőprogramban való rendszeres részvételt akadályozták volna.

- Az alanyoknak vállalniuk kellett a három hónapos, heti egy alkalmas fejlesztőprogramban való részvételt, valamint beleegyezésüket adniuk a vizsgálat során rögzített adatok elemzéséhez.

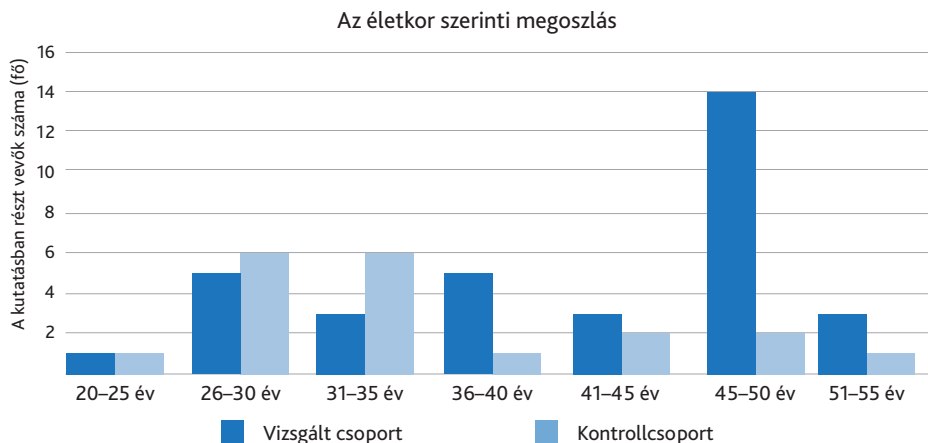
2. *Kizáró tényezők.* Amennyiben a résztvevő valamely fent említett kritériumnak nem felelt meg, a kutatásban nem vehetett részt, nem volt a vizsgálati alanyok közé sorolható. Továbbá abban az esetben is az alany vizsgálatból való kivonása mellett döntöttünk, amennyiben nem vett részt a fejlesztés keretében tartott alkalmak legalább 75%-án, tehát a 12 darabból legalább 9 fejlesztésen. A fejlesztés és a visszamérés során minden alany részt vett a vizsgálatban, és egyiküket sem kellett kizárni. Ennek eredményeként a vizsgálat során mind a 35 alany adatait és eredményeit fel tudtuk használni.

A kutatás módszereinek bemutatása

1. *Kutatási engedélyek.* A kutatás keretében végzett mérések megkezdéséhez több hivatalos engedély beszerzése vált szükségessé. A Nógrád Vármegyei Katasztrófavédelmi Igazgatóságon végzett mérésekhez a Belügyminisztérium jóváhagyása és kutatásmódszertani engedélye elengedhetetlen volt. Továbbá az érintett szervnél történő személyes egyeztetésre és a vezető által jóváhagyott szándéknyilatkozat benyújtására volt szükség. Az Országos Mentőszolgálat Salgótarjáni Mentőállomásán végzett mérések esetében az Észak-magyarországi Regionális Mentőszervezet igazgatójának engedélye, valamint az állomány vezetőjének jóváhagyása kötelező volt. Az MVM Paksi Atomerőműben folytatott mérésekhez az atomerőmű tűzoltóparancsnokának engedélyét, valamint egy előírt képzési modul sikeres teljesítését követően kaptunk engedélyt. Ezek az intézkedések biztosították, hogy kutatási tevékenységünk minden biztonsági és szervezeti előírásnak maradéktalanul megfeleljen.

A mérési időszak 2024. május 6. és 2024. augusztus 6. között zajlott, amely alatt a résztvevők heti egy alkalommal vettek részt a fejlesztési programban. A feladatokat minden esetben a BlazePod eszköz használatával végezték el, biztosítva a standardizált körülményeket. A kontrollcsoport nem vett részt a fejlesztési programban, kizárólag a mérési időpontokban teljesítette a feladatokat.

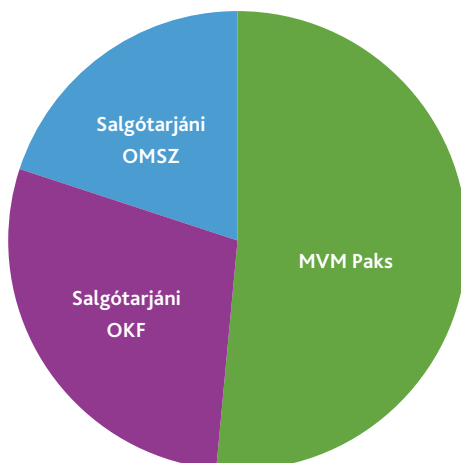
2. *Demográfia.* A vizsgálati mintát tekintve a fejlesztett csoport 35 főből, míg a kontrollcsoport 18 főből állt (1. ábra). A kutatásunkban részt vevők életkor szerinti megoszlása egyenetlen mind a vizsgált, mind a kontrollcsoport esetében. A legnépesebb korcsoport a 45–50 éveseké volt, ahol a vizsgált csoportban 14 fő szerepelt, míg a kontrollcsoportban mindössze 2. Ezzel szemben a fiatalabb és idősebb korosztályokban ennél jóval kevesebb résztvevő volt. Így a 20–25 évesek és az 51–55 évesek között egyaránt alacsony volt a részvétel mindkét csoportban. A kontrollcsoport eloszlása valamivel kiegyenlítettebbnek tűnik, de összességében az idősebb korosztályok itt is alulreprezentáltak.



1. ábra: A kutatásban részt vevők száma (N = 53)

Forrás: a szerzők szerkesztése

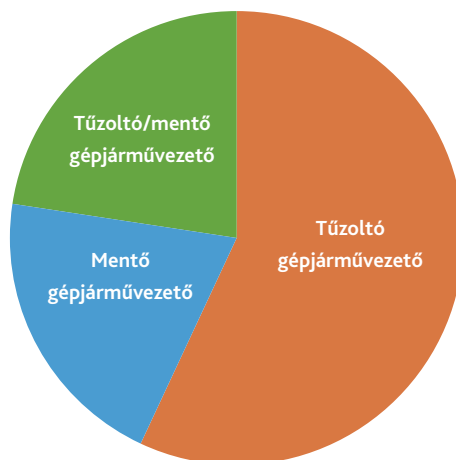
A szolgálati hely szempontjából a legtöbben az MVM Paks állományából vettek részt a kutatásunkban, ők teszik ki a minta több mint felét. A másik két csoport részaránya kisebb, a Katasztrófavédelmi Igazgatóság állományából nagyjából egyharmad, míg az OMSZ-ból a résztvevők egyötöde származott (2. ábra).



2. ábra: A fejlesztett csoport szolgálati hely szerinti megoszlása (N = 35)

Forrás: a szerzők szerkesztése

A legnagyobb arányban tűzoltó gépjárművezetők vettek részt a kutatásban, ők a teljes minta közel kétharmadát adják. A mentő gépjárművezetők és a vegyes (tűzoltó és mentő gépjárművet egyaránt vezető) beosztású résztvevők létszáma ennél lényegesen alacsonyabb (3. ábra). Előbbiek a kutatás alanyainak mintegy egyötödét, míg utóbbiak további egynegyedét adták. Ez a különbség nem befolyásolja számottevő mértékben az eredményeket, hiszen a mérésbe bevont munkakörök sajátosságai rendkívül hasonlóak.



3. ábra: A fejlesztett csoport beosztás szerinti megoszlása (N = 35)

Forrás: a szerzők szerkesztése

A munkatapasztalat szerinti eloszlás vizsgálata során a résztvevők száma nem egyenletesen oszlik meg a különböző tapasztalati kategóriák között. A legtöbben a 1–5 éves és a 21–25 éves tapasztalattal rendelkezők közül kerültek ki (egyenként 8 fő). A 11–15 éves munkatapasztalattal rendelkezők csoportja szintén jelentős arányt képvisel (7 fő).

3. A kutatás helyszínei. A fejlesztett csoport méréseit minden héten egy alkalommal, három helyszínen végeztük el. A Paksi Atomerőmű – Atomerőmű Tűzoltóságon az adott csoport szolgálati napján, a reggel 7 órás edzésfoglalkozásba építve zajlott a mérés. Az Országos Mentőszolgálat Salgótarjáni Mentőállomásán előre egyeztetett időpontban, amely során a gépjárművezetők önállóan jelentek meg a vizsgálaton. A Nógrád Vármegyei Katasztrófavédelmi Igazgatóságon pedig az adott csoport szolgálati ideje alatt végeztük el a méréseket.

A kontrollcsoport ezzel szemben az első mérés után három hónapig nem vett részt fejlesztésben. A harmadik hónap elteltével ismét megmértük az értékeit.

4. A felmérés tartalma. A vizsgálat során a résztvevők teljesítményét három különböző, fokozatosan nehezedő feladattal értékeltük. Az adatokat a Microsoft Excel program segítségével elemeztük, a statisztikai kiértékeléshez pedig párosított t-próbát és egytényezős

varianciaanalízist (ANOVA) alkalmaztunk. A fejlesztett és a kontrollcsoport fejlődésének összehasonlításán túl a fejlesztett csoport egyéni teljesítményváltozását külön is vizsgáltuk.

A BlazePod eszközzel végzett vizsgálat lehetőséget biztosított arra, hogy objektív módon mérjük a résztvevők reakcióidejének változását. A t-próba alkalmazása lehetővé tette a fejlesztett és a kontrollcsoport közötti különbségek statisztikai szignifikanciájának meghatározását, míg az ANOVA segítségével a különböző nehézségű feladatok és szolgálati csoportok teljesítménykülönbségeit elemeztük.

5. *A kutatási adatok rögzítése.* Az adatok előzetes rögzítése során a résztvevők személyes és szakmai adatait regisztráltuk. Születési dátumuk alapján számítottuk ki az életkorukat, továbbá meghatároztuk, hogy az adott személy mentő vagy tűzoltó (esetleg mindkettő) munkakörben tevékenykedik, és mióta végzi ezt. Emellett rögzítettük, hogy rendelkezik-e PÁV 1 vizsgálattal, illetve ha igen, hány éve érvényes az említett vizsgálat. Az anonimitás érdekében minden egyénhez egyedi kódszámot rendeltünk. Az így összegyűjtött információk szerepet játszottak a későbbi statisztikai elemzések során.

A vizsgálat során végrehajtandó feladatok:

1. *feladat – Egyszerű reakcióidő.* A kutatás első feladata az egyszerű reakcióidő és a kiszámíthatatlan ingerekhez való gyors alkalmazkodás fejlesztését célozta meg. A feladat végrehajtása során a résztvevők ülő helyzetben helyezkedtek el egy asztal előtt, amelyre hat BlazePodot helyeztünk el 2×3-as elrendezésben. A bóják világítási rendszerrel rendelkeztek, amely véletlenszerű („Random”) fénylogika alapján generálta a felvillanásokat (4. ábra).



4. ábra: BlazePod, egyszerű reakcióidő-fejlesztő feladat

Forrás: a szerzők szerkesztése

A feladat célja, hogy a résztvevő a hat bója közül a felvillanó bóját érintse meg a lehető leggyorsabban a meghatározott időkereten belül. A bal oldalon elhelyezett három bóját kizárólag bal kézzel, míg a jobb oldalon található három bóját kizárólag jobb kézzel érinthette. Amennyiben

a résztvevő helytelen kézzel érintette meg a világító bóját, az érintés érvénytelennek minősült, az alkalmazás hiába rögzítette azt.

Az alkalmazás számos paramétert rögzített a feladat végrehajtása során. Az egyik legfontosabb az átlagos reakcióidő volt, amely azt mutatta, hogy a résztvevő a helyes bójákat átlagosan hány ezredmásodperc alatt érintette meg. Továbbá az egy percen belül végrehajtott helyes érintések száma, valamint azoknak az eseteknek a száma, amikor a résztvevő a meghatározott 0,75 másodperces időkorláton belül nem tudta végrehajtani a helyes érintést.

A feladat nem csupán az egyszerű reakcióidőt mérte, hanem a résztvevő kiszámíthatatlan ingerekhez való gyors alkalmazkodási képességét is fejlesztette. Mivel a felvillanó bója helyzete minden alkalommal véletlenszerűen változott, a résztvevőnek folyamatos készenlétben kellett lennie, ezáltal a feladat elősegítette a kognitív és motoros válaszok együttes fejlesztését.

2. feladat – Választásos reakcióidő. A fejlesztési folyamat második feladata a választásos reakcióidő mérésére, valamint a döntéshozatali képességek fejlesztésére irányult. A beállítási paraméterek megegyeztek az első feladatával: a résztvevők ülő helyzetben helyezkedtek el az asztal előtt, ahol hat bója volt elhelyezve 2×3-as elrendezésben. A bóják azonban különböző színekben világítottak, és a feladat célja az volt, hogy a résztvevő a lehető leggyorsabban kiválassza a kéken világító bóját, miközben az elterelő színek egyikét sem érinti.

Az elterelő színek négy különböző színben jelentek meg, és az öt helytelen bója mindegyike világított (5. ábra). A helyes szín megérintésére egy másodperces időkorlát állt rendelkezésre. Ha a résztvevő elterelő színű bóját érintett meg, az hibás érintésnek minősült. Továbbá hibás érintésnek minősült az is, ha a megfelelő színt helytelen végtaggal érintette, tehát a jobb három bója valamilyen világító kék színt bal kézzel.

Az alkalmazás az átlag reakcióidő mellett rögzítette a helyes érintések számát, azokat az eseteket, amikor a résztvevő az egy másodperces időkorláton belül nem ütött le bóját, és a hibás érintések számát, azaz hogy hányszor ütött elterelő színű bójára.

A feladat hozzájárult a választásos reakcióidő fejlesztéséhez és a kognitív teljesítmény növeléséhez, különösen a gyors ingerfeldolgozás, a szelektív figyelem és a döntési folyamatok fejlesztése révén.



5. ábra: BlazePod, választásos reakcióidő-fejlesztő feladat

Forrás: a szerzők szerkesztése

3. feladat – Választásos reakcióidő két fókuszszínnel. A harmadik feladat során 4 BlazePodot helyeztünk el a járművezetők előtt és a második feladathoz hasonlóan a Focus fénylogikát alkalmaztuk. A bójákat bármelyik kezükkel érinthették a járművezetők, azonban mindkét kezét az asztal felett kellett tartani. A kihelyezett bóják közül mindig három az elterelő színek valamelyikén világított. Ezek négy különböző színben jelentek meg, és voltak közöttük olyan árnyalatok is, amelyek nagyon hasonlítottak a fókuszszínekhez: a világoskék és a narancssárga (6. ábra). A feladat során a résztvevő számára két lehetséges fókuszszín volt kijelölve (sötétkék és piros), amelyek egyszerre soha nem világítottak; adott kombinációnál csak az egyik jelenhetett meg. A feladat az volt, hogy az elterelő ingerek között gyorsan és pontosan megtalálja azt a fókuszszínt, amely a parancs szerint sötétkék vagy piros volt. A választásra 1 másodperc állt rendelkezésre, így a feladat gyorsaságot és precíz szűrési képességet követelt meg. Az alkalmazás ugyanazokat az adatokat rögzítette, mint a második feladat esetén: az átlagos reakcióidőt, a helyes érintések számát, azokat az eseteket, amikor a résztvevő a megadott időn belül nem reagált, valamint a hibás érintések számát, azaz amikor elterelő színű podot érintett meg a kijelölt helyett. Ez a gyakorlat tehát nemcsak a gyors ingerfeldolgozást és a szelektív figyelmet fejlesztését célozta meg, hanem a két különböző parancs egyidejű feldolgozására és a hasonló ingerek közötti pontos differenciálásra is hangsúlyt fektetett, ami jelentősen nagyobb kognitív terhelést jelentett a korábbi feladathoz képest.



6. ábra: BlazePod, választásosreakcióidő-fejlesztő feladat piros (bal oldal) és sötétkék (jobb oldal) fókuszszínnel

Forrás: a szerzők szerkesztése

Következtetések

A központi idegrendszer kulcsszerepet játszik a reflexek, illetve a tudatos mozgások irányításában, és alapvetően befolyásolja a reakciókészséget. A reakciókészség gyorsasága és hatékonysága nemcsak a reflexek automatikus válaszain, hanem a kognitív feldolgozáson is múlik, amely lehetővé teszi a bonyolultabb ingerekre való reagálást. A központi idegrendszer integrálja az érzékszervi információkat és a motoros parancsokat, így az emberek képesek gyorsan alkalmazkodni a változó környezeti feltételekhez. Ezzel a központi idegrendszer fejlettsége

közvetlen hatással van az emberi teljesítményre, különösen az olyan komplex helyzetekben, ahol a reakciókészségnek kritikus jelentősége van. A humán reakcióidő az az idő, amely az inger alkalmazása és az arra adott válaszreakció között telik el. A reakcióidő alapvető tényező a döntéshozatali folyamatban, és fontos mérőszáma az információfeldolgozás sebességének, valamint az arra adott motoros válaszok hatékonyságának. A külső ingerekre adott gyors fizikai reakció, vagyis a gyors reakcióidő az emberi teljesítmény egyik legfontosabb mutatója. Bizonyos szakmákban, mint például pilóták, sportolók és gépjárművezetők körében a gyors reakcióidő elengedhetetlen a megfelelő teljesítményhez.

A PÁV 1 célja, hogy a közlekedés résztvevői, elsősorban a megkülönböztetett gépjárművek (mentő, tűzoltó és rendőrségi járművek) vezetői rendelkezzenek azon képességekkel, amelyek szükségesek sürgősségi helyzetekben a közlekedési feladatok hatékony és biztonságos végrehajtásához. Azonban ez a vizsgálat csak időszakos, tehát nem biztosít folyamatos lehetőséget a reakcióidő monitorozására és fejlesztésére. Erre a problémára adhat választ a BlazePod, amely a reakcióidő mérését és fejlesztését végzi, így biztosítva, hogy a járművezetők készségei folyamatosan fejlődjenek. Az eddigi kutatások szerint a gyors döntéshozatal és a vizuális ingerekre adott reakciókészség fejleszthető különböző módszerekkel, beleértve a szimulációs tréningeket, a pszichomotoros teszteket és az interaktív reakcióidő-fejlesztő eszközöket, amelyek közé a BlazePod is tartozik. Mivel a járművezetők számára nincs eszköz a reakcióidő utánkövetésére és fejlesztésére, jelen tanulmány szerzőinek célja egy fejlesztőprogram kidolgozása és eredményességének értékelése volt. Magyarországon és Európában a szerzők először vizsgálták a BlazePod alkalmazását katasztrófavédelmi és sürgősségi egészségügyi (mentőszolgálati) területen.

A szerzők cikkének második része empirikus kutatásuk eredményeinek elemzését és összefoglalását tartalmazza.

Felhasznált irodalom

- ABBASI-KESBI, Reza – MEMARZADEH-TEHRAN, Hamidreza – DEEN, M. Jamal (2017): Technique to Estimate Human Reaction Time Based on Visual Perception. *Healthcare Technology Letters*, 4(2), 73–77. Online: <https://www.doi.org/10.1049/htl.2016.0106>
- BEREK Tamás – FÖLDI László – PADÁNYI József (2020): The Structure and Main Elements of Disaster Management System of the Hungarian Defence Forces, with Special Regard to the Development of International Cooperation. *AARMS Academic and Applied Research in Military and Public Management Science*, 19(1), 17–26. Online: <https://www.doi.org/10.32565/aarms.2020.1.2>
- BlazePod Reaction Lights Training for Agility and Reflex Workouts [é. n.]. Online: <https://www.blazepod.com>
- BRYAN, Carson – HAYNES, Cynthia (2024): *Exploring the Benefits of BlazePod Technology through an Occupational Therapy Lens*. University of St. Augustine for Health Sciences. Online: <https://www.soar.usa.edu/otdcapstonessummer2024/35>
- COTA, Željko – KONTIĆ, Dean – KONTIĆ, Bruno (2022): Reliability and Validity of a New Agility Test and Skill for Young Water Polo Players. In ULJEVIĆ, Ognjen – PERIĆ, Mia – PIVALICA, Dinko (szerk.): *The Proceedings Book of 1st International Conference on Science and Medicine in Aquatic Sports*: Split, Croatia, 1st–4th September 2022. [H. n.]: University of Split, Faculty of Kinesiology, 137–141.
- COUTINHO, Diogo et al. (2018): The Effects of an Enrichment Training Program for Youth Football Attackers. *PLOS One*, 13(6), e0199008. Online: <https://www.doi.org/10.1371/journal.pone.0199008>

- FORTINO, Tara A. et al. (2022): Transneuronal Tracing to Map Connectivity in Injured and Transplanted Spinal Networks. *Experimental Neurology*, 351, 113990. Online: <https://www.doi.org/10.1016/j.expneurol.2022.113990>
- GOLMOHAMMADI, Rostam et al. (2021): Effects of Light on Attention and Reaction Time: A Systematic Review. *Journal of Research in Health Sciences*, 21(4), e00529. Online: <https://www.doi.org/10.34172/jrhs.2021.66>
- GRAYBIEL, Ann M. (2000): The Basal Ganglia. *Current Biology*, 10(14), R509–R511. Online: [https://www.doi.org/10.1016/S0960-9822\(00\)00593-5](https://www.doi.org/10.1016/S0960-9822(00)00593-5)
- HOMONNAI Péter (2021): Megkülönböztető jelzést használó gépjárművezetők reakcióvizsgálata laboratóriumi körülmények között. *Belügyi Szemle*, 69(7), 1227–1237. Online: <https://www.doi.org/10.38146/BSZ.2021.7.8>
- HORVÁTH József (2024): Kognitív funkciók megjelenése, fejlesztési területe és mérésének alkalmazási lehetőségei. *Recreation*, 14(2), 22–27. Online: <https://doi.org/10.38146/BSZ.2021.7.8>
- Joó József Gábor (2012): The Scientific History of the Research of the Human Central Nervous System. *Orvosi Hetilap*, 153(6), 235–239. Online: <https://www.doi.org/10.1556/oh.2012.ho2386>
- KIRÁLY Tibor – SZAKÁLY Zsolt (2011): *Mozgásfejlődés és a motorikus képességek fejlesztése gyermekkorban*. [H. n.]: Dialóg Campus.
- KONDÁS Orsolya Ildikó – KUN Ágota – HÉRINCS Magdolna (2016): Stressz a megkülönböztetett jelzésű gépjármű volánjánál. *Alkalmazott Pszichológia*, 16(1), 7–27. Online: <https://doi.org/10.17627/ALKPSZICH.2016.1.7>
- KOVÁCS Zoltán Tibor – EMBER István (2023): A közszolgálati tűzserészet aktuális kihívásai. In GÖCZE István – PADÁNYI József (szerk.): *Húsz év a katonai műszaki tudományok szolgálatában. A katonai műszaki tudományok tudományág időszerű kérdései, aktuális tudományos kutatási eredményei*. Oktatói kötet. Budapest: Ludovika, 185–202. Online: <https://www.openaccess.ludovika.hu/nke/catalog/download/38/373/932?inline=1>
- MELEGH Gábor (2004): Reakcióidő a közúti közlekedésben. In MELEGH Gábor: *Gépjárműszakértés*. Budapest: Maróti.
- ROOSTAEI, Tina et al. (2014): The Human Cerebellum: A Review of Physiologic Neuroanatomy. *Neurologic Clinics*, 32(4), 859–869. Online: <https://www.doi.org/10.1016/j.ncl.2014.07.013>
- SHEPPARD, J. M. – YOUNG, W. B. (2006): Agility Literature Review: Classifications, Training and Testing. *Journal of Sports Sciences*, 24(9), 919–932. Online: <https://www.doi.org/10.1080/02640410500457109>
- SOSA, André M. M. et al. (2017): Evolution of the Human Nervous System Function, Structure, and Development. *Cell*, 170(2), 226–247. Online: <https://www.doi.org/10.1016/j.cell.2017.06.036>
- TARSOLY Emil – MÉSZÁROS Tamás (2011): Idegrendszer – systema nervosum. In *Funkcionális anatómia gyógytornászhallgatók számára*. Budapest: Medicina, 178–220.
- VASS Gyula et al. (2024): A katasztrófavédelmi kutatások eredményei és fejlesztése a rendészettudomány rendszerében. *Belügyi Szemle*, 72(5), 815–833. Online: <https://www.doi.org/10.38146/BSZ-AJIA.2024.v72.i5.pp815-833>
- YIP, Derek W. – AWOSIKA, Ayoola O. – LUI, Forshing (2024): Physiology, Motor Cortical. In *StatPearls* [Internet]. Treasure Island, FL: StatPearls Publishing.

Jogi forrás

444/2017. (XII. 27.) Korm. rendelet a közúti járművezetők pályaalkalmassági vizsgálatáról