

Az agilitás mérésének komplexitása vízilabdában: új
sportágspecifikus protokollok megbízhatósága,
érvényessége és összefüggése a
mérkőzésteljesítménnyel

Doktori tézisek

Fridvalszki Marcell

Magyar Testnevelési és Sporttudományi Egyetem
Sporttudományok Doktori Iskola



MAGYAR TESTNEVELÉSI
ÉS SPORTTUDOMÁNYI
EGYETEM
BUDAPEST

Témavezetők: Dr. Petridis Leonidas, tudományos főmunkatárs, PhD
Dr. Rácz Levente, tudományos főmunkatárs, PhD

Hivatalos bírálók: Dr. Karsai István, habilitált egyetemi docens, PhD
Dr. Ihász Ferenc, egyetemi tanár, PhD

Szigorlati bizottság elnöke: Dr. Pavlik Gábor, professor emeritus, DSc
Szigorlati bizottság tagjai: Dr. Uvacsek Martina, habilitált egyetemi docens, PhD
Dr. Gyömbér Noémi, egyetemi docens, PhD

Budapest
2026

BEVEZETÉS

A vízilabda az inváziós vagy territoriális csapatsportok kategóriájába sorolható, amelyekben a támadó és védekező csapatok játékosainak szándékai ellentétesek egymással. A játékosoknak céljaik elérése érdekében a meghozott döntéseik alapján különböző agilitást igénylő mozgásokat – például cseleket és manővereket – kell végrehajtaniuk. Mivel döntéseiket folyamatosan befolyásolja az ellenfél helyzete, csapattársaik mozgása, valamint a bírói ítéletek, a vízilabdázók teljesítménye összetett hatások eredményeként alakul. A mérkőzésteljesítmény nem csupán a kondicionális képességek magas szintjétől függ, hanem a pszichomotoros koordináció és a kognitív képességek komplexitásától, hatékonyságától, valamint ezen képességek harmonikus együttműködésétől is.

A szakirodalmi eredmények alapján a szárazföldi sportágakban az agilitásmérés módszertana jelentős fejlődésen ment keresztül, az egyszerű irányváltásos feladatoktól a komplex, egy-az-egy elleni szituációkat vizsgáló protokollokig, és számos megbízhatósági és érvényességi vizsgálat született. Ezzel szemben a vízilabdában a kutatások főként a fizikai teljesítmény és az egyszerűbb kognitív képességek mérésére koncentráltak, kevésbé terjedtek ki a mérkőzésszimulációs technikai elemeket – például kapura lövéseket – is tartalmazó tesztekre. Ez a fókusz a fizikai teljesítményre és az egyszerűbb kognitív képességekre koncentrálna megnehezíti a sportágspecifikus mozgásminták hiteles modellezését, és korlátozza a mérési eljárások validitását. Mindaddig csupán néhány kutató foglalkozott a részben váratlan, nem automatizált, vagy begyakorolt ingerek alkalmazásán alapuló próbák fejlesztésével és elemzésével. Bár a vízi közeg sajátosságai megnehezítik a standardizált mérési eljárások kialakítását, indokolt olyan sportágspecifikus próbák fejlesztése, amelyek integráltan vizsgálják a fizikai, kognitív és technikai tényezőket, és közelebb visznek a valós mérkőzésszituációk pontosabb modellezéséhez.

Tekintettel a vízilabda-specifikus agilitástesztetek terén rendelkezésre álló korlátozott számú vizsgálati eredményekre és a módszertani leírásokra, jelen értekezés két vizsgálat eredményeit mutatja be, amelyek három közleményben jelentek meg. Az első vizsgálat egy előtanulmány, amelynek célja egy támadáspecifikus agilitásteszt kifejlesztése és bemutatása volt.

A második vizsgálat az előtanulmány eredményeire épült felhasználva annak korlátjait és hiányosságait, és új agilitáspróbák továbbfejlesztésére irányult. A kidolgozott protokollok funkcionális, multipozicionális és multidirekcionális feladatokat tartalmaztak, figyelembe véve a sportág fizikai, technikai és kognitív jellemzőit. Az agilitásprotokollok komponenseinek jobb megértése érdekében a vizsgálatban szerepelt egyenes irányú sprintúszás, valamint gyors

irányváltásokat tartalmazó feladatok is kiemelt hangsúlyt fektetve a próbák egymásra épülésére és komplexitásuk fokozatos növelésére.

A vizsgálat egyik fő célja a kifejlesztett sportágspecifikus próbák egymás közötti korrelációjának vizsgálata, valamint annak feltárása, hogy a fizikai, kognitív és technikai faktorok milyen mértékben járulnak hozzá az agilitáshoz.

A másik cél a sportágspecifikus feladatok kritériumvaliditásának egyik formája, a konkurens érvényesség vizsgálata volt. Ennek során a funkcionális agilitástesztok teljesítményindikátorai és a hivatalos mérkőzésindikátorok közötti összefüggéseket elemeztük, ezzel elősegítve a diagnosztikai mérések és a mérkőzésteljesítmény közötti sportszakmai „szakadék” áthidalását.

IRODALMI ÁTTEKINTÉS

Nyílt készségű próbák, avagy az agilitás mérése vízilabdában

A vízilabdában megjelenő első agilitásteszt, a „*Functional Test for Agility Performance*” egy nagy intenzitású, rövid időtartamú helyzetváltoztatásokat tartalmazó protokoll, amelyben a vizsgálati személynek külső ingerekre – a segítők által végrehajtott passzokra – reagálni kellett mozognia, biztosítva a mozgások véletlenszerűségét. A mérési eljárás különböző mintákon, eltérő sportági tapasztalattal rendelkező játékosok esetében is megfelelő megbízhatóságot mutatott. A későbbiekben egy ötszintű teljesítményosztályozási rendszer is kidolgozásra került, amely lehetőséget biztosít a különböző szintű vízilabdázók képességeinek objektív értékelésére és fejlődésük nyomon követésére.

Mivel a vízilabdában ezen a próbán kívül nem álltak rendelkezésre a kognitív képességeket is igénylő irányváltásokat mérő protokollok, egy másik vizsgálati csoport fényjelzésen alapuló teszteket fejlesztett ki, amelyek megbízhatósági és érvényességi vizsgálatát is elvégezte. A fent említett protokollal kapcsolatban több kritikai észrevétel is megfogalmazódott vizsgálatukban: a feladat indításának és leállításának szabályai nem egyértelműek; a játékosok közötti passzolás növelheti a mérési variabilitást; a tesztpálya testre szabása korlátozza az alkalmazhatóságot; valamint a próba nem képes teljes mértékben modellezni a mérkőzésszituációk figyelmi követelményeit. Eredményeik a fényjelzésen alapuló próbák magas megbízhatóságát mutatták, és a különböző korosztályok közötti szignifikáns különbségeket jelezték, azonban ezen tesztek ökológiai validitásuk bizonyos mértékben megkérdőjelezhető.

Mérkőzésindikátorok szerepe a csapatsportokban

A vízilabda mérkőzéselemzés népszerű vizsgálati terület a szakirodalomban, és számos kutatás foglalkozik ezzel a témával. A teljesítményelemzés fő célja a csapatok erősségeinek és

gyengeségeinek vizsgálata, amelyek azonosítása révén javítható, optimalizálható a csapatteljesítmény. Kiemelt jelentősége van a mérkőzéselemzés során alkalmazott teljesítménymutatók sportágspecifikus meghatározásának. Ezek segítségével egyrészt szakmailag és az edzői gyakorlatban is megalapozott következtetések levonása válik lehetővé, másrészt a mérkőzésen történő eseményekhez a legközelebbi hasonlóságot mutató sportteljesítmény diagnosztizálására is alkalmas mérési protokollok kifejlesztése is megvalósítható.

Annak ellenére, hogy csapatsportágakban, mint például a labdarúgásban, számos kutatás foglalkozott már a mérkőzésen mért fizikai teljesítménymutatók és a teljesítménytesztek közötti kapcsolatok feltárásával, a kulcsteljesítmény-indikátorokkal való összefüggések vizsgálata kevesebb figyelmet kap. Jelenlegi ismereteink szerint mindössze két csapatsportban (rögbi és jégkorong) érhetőek el tanulmányok az irodalomban, amelyek ezen összefüggéseket vizsgálják, azonban eredményeik ellentmondásosak.

Az ellentmondó eredmények kiemelik a sportágspecifikus tesztprotokollok pontosításának szükségességét, valamint annak jelentőségét, hogy ezen protokollok elfogadható megbízhatósággal és kritériumbeli érvényességgel rendelkezzenek. A validitás megállapítása nélkülözhetetlen, hogy a sportági teljesítményértékelések pontosan tükrözzék a versenyteljesítményhez szükséges készségeket és jellemzőket. Különösen fontos kiemelni, hogy a mérkőzésteljesítmény tesztelésének egyik kulcsfontosságú aspektusa az alkalmazott protokollok komplexitása. Annak ellenére, hogy egyes próbák eredményei könnyebben értelmezhetők, a csapatsportok komplexitásából fakadóan a belőlük levont összefüggések kevésbé egyértelműek, relevánsak. Azok a protokollok, amelyek jobban tudják modellezni a valós sportági körülményeket, magasabb érvényességet mutatnak a sportágspecifikus képességek értékelésében, és így ökológiailag érvényesebbek, mint az általános tesztelési eljárások.

A KUTATÁS CÉLJA, KUTATÁSI KÉRDÉSEK ÉS HIPOTÉZISEK

Az értekezés fő célja olyan sportágspecifikus agilitástesztek kidolgozása és elemzése, amelyek modellezik a mérkőzéshelyzetekben gyakran előforduló eseményeket vízilabdában, mint például a függőleges és vízszintes pozíciók gyors és hatékony váltása, a hirtelen megállások és elindulások, valamint a különböző irányváltások. A fő tanulmányban kifejlesztett és alkalmazott protokollok egymásra épülve vizsgálják az agilitás képességét: az egyik próba (funkcionális agilitásteszt) kizárólag észlelési és döntéshozatali, többválasztásos kognitív feladatokat tartalmaz, míg a másik – az összetettebb próba – technikai elemeket is

magában foglal, például kapura lövést. A sportágspecifikus protokollok komplexitásának bemutatásán keresztül célunk volt továbbá feltárni a legegyszerűbb és legösszetettebb tesztek közötti összefüggéseket, és ezzel átfogó képet adni az új agilitásprotokollok teljesítményprofiljáról. Továbbá, megvizsgálni és értelmezni a teljesítménytesztek és a mérkőzéseredmények közötti kapcsolatokat fiatal férfi vízilabdázóknál. Ezen célkitűzések korábban közölt saját közleményekre épülnek.

A vizsgálat kutatási kérdései és hipotézisei:

- **K1:** Megbízhatóak-e az újonnan fejlesztett agilitásprotokollok a mérők és a sorozatok között?
- **H1:** Az agilitásprotokollok magas mérő- és sorozatközi megbízhatóságot mutatnak.
- **K2:** Képesek-e a megvizsgált sportágspecifikus protokollok eredményei megkülönböztetni az elit- és nem-elit játékosokat?
- **H2:** A fő tanulmányban megvizsgált sportágspecifikus protokollok képesek megkülönböztetni az elit- és nem-elit sportolókat.
- **K3:** Képesek-e az agilitásprotokollok alapján számolt kognitív és technikai teljesítménymutatók megkülönböztetni az elit- és nem-elit játékosokat?
- **H3:** A kognitív és technikai teljesítménymutatók képesek megkülönböztetni az elit- és nem-elit sportolókat.
- **K4:** Van-e összefüggés a játékosok lövési hatékonysága és az agilitáspróbák végrehajtási sebessége között?
- **H4:** A lövési hatékonyság negatív kapcsolatban áll az agilitáspróbák végrehajtási sebességével, azaz a gyorsabb végrehajtás alacsonyabb lövési hatékonysággal társul.
- **K5:** Milyen mértékben magyarázzák a fizikai, kognitív és technikai komponensek az agilitáspróbák teljesítményének varianciáját?
- **H5:** Az agilitáspróbák teljesítményét nagyobb mértékben magyarázzák a kognitív és a technikai komponensek, mint a fizikai komponensek.
- **K6:** Van-e összefüggés a sportágspecifikus próbák teljesítménye és a mérkőzésteljesítmény-indikátorok között?
- **H6:** A sportágspecifikus próbák teljesítménye szignifikáns összefüggést mutat a mérkőzésteljesítmény-indikátorokkal.

ANYAG ÉS MÓDSZEREK

A vizsgálatok egymásra épülésének logikai felépítése

Jelen dolgozatban a vízilabda sportágspecifikus tesztelésének komplexitását két vizsgálaton keresztül mutatjuk. Vizsgálati csoportunk első vizsgálata egy előtanulmány volt, amelyben egy támadásspecifikus agilitásmérési protokoll került kidolgozásra. A második vizsgálat az előtanulmány tapasztalataira és eredményeire épült és két funkcionális agilitásteszt fejlesztésére irányult, külön vizsgálva az agilitás fizikai, kognitív és technikai tényezőinek szerepét. Az agilitásprotokollok vizsgálata négy növekvő komplexitású sportágspecifikus próbán keresztül valósult meg. A próbák oly módon lettek kialakítva, hogy tükrözzék a tesztelések fokozatosságát – az egyszerűbb feladatoktól a komplexebb feladatok felé haladva – figyelembe véve a mérkőzészituációkra jellemző fizikai, kognitív és technikai aspektusokat. A fő tanulmányban a próbák közötti kapcsolatrendszer, valamint az új agilitáspróbák konstrukció- illetve kritériumértékeltségét is vizsgáltuk mérkőzésteljesítmény-indikátorok alapján.

A vizsgálatok és az adatfelvétel a Testnevelési Egyetem Etikai Bizottságának jóváhagyásával (első vizsgálat engedélyszáma: TE-KEB/9/2020, második vizsgálat engedélyszáma: TE-KEB/11/2022), valamint a Helsinki Nyilatkozat humán vizsgálatokra vonatkozó előírásainak megfelelően zajlott.

Résztevők

A vizsgálatokban legalább 5 év tapasztalattal és versenyengedéllyel rendelkező, egészséges, heti ≥ 4 edzésen részt vevő fiatal férfi vízilabdázók szerepeltek, akik a mérések előtt szóbeli és írásbeli tájékoztatást kaptak. Szülői beleegyezés minden esetben szükséges volt.

Előtanulmány: 18 fő ($15,3 \pm 0,5$ év; $178,0 \pm 5,0$ cm; $69,4 \pm 10,0$ kg), különböző posztokon (center-bekk, szélső, kapus) játékosok.

Fő tanulmány: 44 játékos két egyesületből, posztanként és versenyszint szerint csoportosítva, amelyből 6 fő kizárásra került hiányzó mérési eredmények vagy kiugró értékek miatt (elit: 20 fő, életkor $16,2 \pm 0,5$ év; nem-elit: 18 fő, életkor $15,8 \pm 0,6$ év). A mérési protokollok és a mérkőzésteljesítmény-indikátorok kapcsolatának vizsgálatához bekerülési kritériumként a teljes 2023/2024-es versenyszezon összes mérkőzésének legalább 66,6%-án való részvételt határoztuk meg. 11 fő kiesett protokollhiány vagy kiugró értékek miatt. Itt a játékosokat játékos poszt szerint is csoportosítottuk (22 szélső: $16,0 \pm 0,6$ év, testmagasság $181,1 \pm 6,1$ cm, testtömeg $71,9 \pm 9,4$ kg és 11 center-bekk: $16,1 \pm 0,6$ év, $184,2 \pm 6,2$ cm, $85,4 \pm 7,9$ kg). A második vizsgálatban a mért játékosok testméreteinek felvétele a Nemzetközi Biológiai Program által meghatározott eszközökkel és technikákkal történt.

Mérési protokollok

Az első vizsgálatban a kifejlesztett próba során a vizsgált játékos a tesztelők vizuális ingereire reagálva manőverezett és lőtt a bójákhoz elhelyezett labdákkal a célzólóra, minden esetben maximális sebességgel és pontosságra törekedve. A tesztelők négyzet alakban helyezkedtek el (T1–T2: 8,5 m; T3–T4: 6 m), egymástól 3 méterre. A kezdőpont a kaputól 10 méterre volt.

Az első vizsgálatban fejlesztett agilitásprotokoll korlátozott irányú irányváltásokat és döntéshozatali választási lehetőségeket tartalmazott. Ezért a második vizsgálatban tovább fejlesztettük a mérési protokollt, amely minden irányban tartalmazott irányváltásokat, valamint több döntéshozatali választási lehetőséget. Továbbá a feladatok komplexitása egymásra épülve folyamatosan nőtt, ezzel egyre nehezebb kihívások elé állítva a játékosokat. A mérések négy tesztprotokollt tartalmaztak: 20 méter gyorsúszás sprinttesztet (továbbiakban: 20 m FSST), irányváltoztatási gyorsaságtesztet (továbbiakban: CODS), funkcionális agilitástesztet (továbbiakban: FAT), valamint lövéssel kiegészített funkcionális agilitástesztet (továbbiakban: FATS). Az alkalmazott protokollok alapján kiszámoltuk a kognitív és technikai deficitet. A 20 m FSST-protokoll során a játékos a rajtvonalnál (0 m) lebegő helyzetből indult és maximális sebességre törekedve, gyorsúszó technikával úszott a 20 méteres célvonalig, ahol egyik karjával megérintette a medence falát; víz alatti delfinmozgás nem volt megengedett. A CODS-tesztprotokoll egy 3 × 5 méteres, a kaputól 5 méterre kijelölt medenceterületen történt. A játékos lebegő helyzetből indult, majd a középpont és a sarkok között úszott előre meghatározott sorrendben, minden esetben megérintve a sarokbójákon levő labdákat. A FAT-próbát a CODS-hez hasonlóan ugyanazon a 3 × 5 méteres medencetérben végeztettük, de itt előre nem ismert tesztelők karjelzései alapján (jobb és bal kar: ellentétes saroknál levő bója, páros kar: átlós bója). Minden sarokbójaérintést középponti medicinlabda-érintés követett; négy jelzés után zárult a teszt. A kognitív deficit értéket (továbbiakban: CD) a CODS és a FAT végrehajtási ideje közötti különbségként számoltuk, a kognitív komponens mérésére. A FATS-tesztet ugyanazon a pályán végeztük, mint a FAT-ot, azonos felépítéssel, de a sarokbóján elhelyezett vízilabdákat célzólóra kellett löni (AquawallgymTM). A vizsgált játékos 4 lövést hajtott végre, a kilőtt labdák azonnal pótlásra kerültek. A teszt a 4. lövést követő középponti bója érintésével zárult. Az elemzés során technikai deficit értéket (továbbiakban: TD) számoltunk (FATS – FAT idő), amely a lövések végrehajtásához szükséges időt reprezentálta. A teljesítményt a végrehajtási idő és a lövési hatékonyság alapján értékeltük, kihagyott lövésenként 2 mp-es időbüntetéssel.

A mérkőzésindikátorok elemzése a 2023–2024-es szezon magyar utánpótlás elit- és regionális bajnokságának nyolc teljesítménymutatóját tartalmazta korábbi kutatások alapján. Az adatokat külön-külön minden játékos esetében összesítettük és mérkőzésenkénti átlagértékek formájában adtuk meg. Az adatokat a Magyar Vízilabda Szövetség hivatalos adatbázisából szereztük be.

Statisztikai analízis

A statisztikai elemzéseket az SPSS statisztikai szoftver 25.0 és 29.0 verzióival (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) végeztük. Az előtanulmány során az öt sorozatból a két utolsó kísérlet időeredményei, míg a fő tanulmányban a hat sorozatból a szélsőértékek (a legalacsonyabb és legmagasabb értékek) elhagyását követően a fennmaradó négy sorozat teljes végrehajtási ideje került bevonásra a statisztikai analízisbe. Az elemzés során az agilitáspróbák teljes végrehajtási idejét, valamint az előtanulmány protokolljában és a fő tanulmányban alkalmazott legkomplexebb próba esetében a hozzá tartozó lövési hatékonyságot értékeltük.

A mérők közötti, illetve a sorozatok közötti relatív megbízhatóságot az intrakorrelációs koefficiens kiszámításával (ICC) vizsgáltuk egy kétszemponitú vegyes hatású modell (átlagos mérések, abszolút egyetértés) alkalmazásával, a 95%-os megbízhatósági intervallumok (CI) felső és alsó határainak feltüntetésével. Az ICC-értéket jónak tekintettük, ha 0,75 és 0,9 között volt, és kiválónak, ha meghaladta a 0,9 értéket. Továbbá számoltunk variációs együtthatót (CV), amelyet mind az elő-, mind a fő tanulmányban elfogadhatónak tartottuk, ha <10%. Ezen felül a fő tanulmányban kiszámításra került a mérés standard hibája (SEM), valamint a minimálisan kimutatható változás is 95%-os megbízhatósági szinten (MDC95%). A SEM és az MDC95% alábbi képletek alapján lett kiszámítva: $SEM = SD \times \sqrt{1 - ICC}$, ahol, SEM a mérések standard hibája, SD az értékek szórása, ICC az intrakorrelációs koefficiens értéke, illetve $MDC95\% = 1,96 \times \sqrt{2} \times SEM$, ahol, MDC95% a legkisebb kimutatható változás 95%-os megbízhatósági tartományon és SEM a mérések standard hibája.

A fő tanulmányban az elit- és nem-elit csoportok összehasonlítására független mintás t -próbát használtunk Hedges' g hatásnagyság vizsgálattal. A hatásméretet alacsonynak tekintettük, ha $g > 0,2$, közepesnek, ha $g > 0,5$, nagyknak, ha $g > 0,8$ és nagyon nagyknak, ha $g > 1,3$. Az eredmények bemutatásában az értékek átlag \pm szórást jelölnek. A szélsőértékek kiszűrése Tukey-módszerrel történt.

A játékososztok (szélsők vs. centerek-bekkek) közötti különbségeket Mann–Whitney U-próbával vizsgáltuk Cliffs delta (δ) hatásnagysággal. A Cliff skála mértéke a következőképpen alakult: elhanyagolható < 0,15; alacsony: > 0,15; közepes: > 0,33; nagy: > 0,47.

A két csoport és a sorozatok közötti időeredmény, illetve lövési hatékonyság vizsgálatához faktoriális ismételt méréses varianciaanalízist használtunk (RMANOVA) parciális eta négyzet (η^2) hatásnagyság vizsgálattal, ahol a két csoportok alkotta a faktorokat (csoportok közötti hatások) és a sorozatok a csoporton belüli hatásokat. A sfericitást a Mauchly-teszt segítségével vizsgáltuk Greenhouse–Geisser korrekciót alkalmazva, ahol a sfericitás feltétele nem teljesült.

A lövési hatékonyság és a technikai deficit kapcsolatának vizsgálatához átlagoltuk a négy sorozat időeredményeit és lövési hatékonyság-értékeit, majd egyváltozós lineáris regressziót alkalmaztunk az összefüggések vizsgálatához.

Az alkalmazott sportágspecifikus próbák közötti kapcsolatok elemzésére Pearson-féle korrelációt (r) alkalmaztunk, amelynek erősség szerinti értelmezése az alábbiak szerint történt: elhanyagolható: $\leq 0,10$; gyenge: $0,10-0,39$; mérsékelt: $0,40-0,69$; erős: $0,70-0,89$; nagyon erős: $\geq 0,90$. Az agilitásteszték és a potenciális kontributor változók (FAT vs. 20 m FSST, CODS, CD; FATS vs. 20 m FSST, CODS, CD, TD) közötti összefüggések feltárására egyváltozós lineáris regresszióanalízist is végeztünk.

A próbák és a mérkőzésindikátorok közötti kapcsolatot Spearman-féle rangkorrelációval (r_s) elemeztük, amelynek erősségi kategóriái a következők voltak: elhanyagolható: $\leq 0,20$; gyenge: $0,21-0,40$; mérsékelt: $0,41-0,60$; erős: $0,61-0,80$; nagyon erős: $\geq 0,81$.

A szignifikanciaszintet $\alpha < 0,05$ értéken fogadtuk el.

EREDMÉNYEK

Az előtanulmányban a végrehajtási idő átlaga $12,3 \pm 0,9$ mp volt (tartomány: $10,2-13,8$ mp). Az eredményeket három kategóriába soroltuk (átlag alatti, átlagos, átlag feletti). Az átlagos teljesítmény az értékek középső 40%-át fedte le. A 13 mp feletti idő nagyon alacsonynak, míg a 11,2 mp alatti kiemelkedőnek számított. A két mérő közti különbség kismértékű volt, az értékelők közti megbízhatóság kiválóan bizonyult (ICC: $0,97-0,98$). A sorozatok közti megbízhatóság szintén elfogadható volt (ICC: $0,87-0,88$); a variációs együttható $4-5\%$ között mozgott.

A játékosok alacsony lövési hatékonyságot mutattak magas variabilitással. A második sorozatban hat játékos nem szerzett gólt. A legtöbbben 25%-os hatékonyságot értek el, senki sem talált be mind a négy kísérletből (a két sorozatot figyelembe véve). Az ötméteres lövések kb. 1,4-szer eredményesebbek voltak, de nem mutatkozott szignifikáns különbség a két lövőtávolság között ($p = 0,15$). Nem volt szignifikáns korreláció a végrehajtási idő és a lövési hatékonyság között, kivéve az ötméteres lövések esetén, ahol a második sorozatban mérsékelt negatív kapcsolat mutatkozott.

A fő tanulmányban a négy sportági próba végrehajtási ideje a komplexitás növekedésével nőtt (20 m FSST: 12,2 mp; CODS: 15,2 mp; FAT: 22,3 mp; FATS: 30,3 mp). A megbízhatóság kiváló volt a legtöbb protokollnál (ICC: 0,954–0,982); a FATS esetében jó (ICC = 0,838). A CV-értékek minden esetben 5% alatt maradtak. Az elit játékosok szignifikánsan jobb teljesítményt mutattak nagy hatásnagysággal a 20 m FSST, a CODS és a FAT-tesztekben ($g = 1,08–1,25$). A FATS eredményei alapján nem volt különbség a csoportok között sem a végrehajtási idő, sem a lövési hatékonyság tekintetében az elit- és nem-elit játékosok között ($g = 0,29$). A kognitív és a technikai deficit értékeknél nem mutatkozott szignifikáns eltérés a csoportok között. Korreláció a végrehajtási idő és a hatékonyság között egyik csoportban sem volt kimutatható.

A megvizsgált sportági próbák közötti kapcsolatrendszer az egész mintán, csoportbontás nélkül vizsgáltuk. A 20 m FSST-protokoll erős, pozitív korrelációt mutatott a CODS-teszttel ($r = 0,80$; $p < 0,001$) és mérsékelt kapcsolatot az agilitás (FAT) próbával ($r = 0,60$; $p < 0,001$), azaz a gyorsabb sprintelés úszásban gyorsabb irányváltással és agilitással párosult. A CODS és a FAT szintén erős, pozitív korrelációt mutatott egymással ($r = 0,75$; $p < 0,001$), valamint gyenge és mérsékelt negatív kapcsolatot a kognitív és a technikai deficittel ($r = -0,28$; $p = 0,093$, illetve $r = -0,41$; $p = 0,011$). A FAT és a FATS, valamint a FAT és a CD között pozitív, mérsékelt korrelációt találtunk ($r = 0,50$; $p = 0,001$, $r = 0,44$; $p = 0,006$). A FATS szignifikánsan korrelált a CD-vel ($r = 0,46$; $p = 0,004$) és a TD-vel ($r = 0,69$; $p < 0,001$).

A két új agilitáspróba esetében (FAT és FATS) elemeztük a kapcsolatok jellegét a próbák fizikai, kognitív, illetve technikai deficit mutatókkal. A 20 méteres gyorsúszás sprintteszt és az irányválogatási gyorsaságot mérő teszt szignifikáns hatást mutattak az agilitáspróbára 36%-os ($F = 19,78$; $p < 0,001$), illetve 57%-os ($F = 40,73$; $p < 0,001$) magyarázóerővel. Ezzel szemben a kognitív deficit és a funkcionális agilitásteszt közötti kapcsolat gyengébbnek bizonyult; a magyarázott variancia 21% volt ($F = 8,32$; $p = 0,007$). A lövéssel kiegészített funkcionális agilitásteszt (FATS) és a fizikai (20 m FSST, CODS), valamint a kognitív és technikai deficit értékek közötti összefüggések ellentétes tendenciát mutattak. Míg a FAT-próbánál a fizikai komponensek mutattak szorosabb kapcsolatot a funkcionális agilitással, addig a lövéssel kiegészített próbánál a kognitív és a technikai változók bizonyultak erősebb előrejelző tényezőnek. A legnagyobb magyarázott varianciát a TD mutatta 46%-kal ($F = 26,02$; $p < 0,001$), míg a fizikai jellemzők hatása a lövéssel kiegészített agilitáspróbára elenyésző volt (5% alatt) (20 m FSST: $F = 1,28$; $p = 0,267$, illetve CODS: $F = 0,94$; $p = 0,340$).

A sportági teljesítménytesztek és a mérőszámok közötti összefüggések posztok szerint eltérően alakultak. A szélsőknél a 20 m FSST- és FATS-próbák eredményei mérsékelt,

negatív kapcsolatot mutattak a kulcspasszokkal és a lövési hatékonysággal ($r_s = -0,46$; $p = 0,032$, $r_s = -0,43$; $p = 0,056$).

A centerek-bekkek esetében a 20 m FSST negatívan korrelált a labdaszerzéssel ($r_s = -0,63$; $p = 0,036$), míg a FAT pozitív korrelációt mutatott a lövési hatékonysággal ($r_s = 0,61$; $p = 0,047$) és erős, negatív korrelációt a kiállításokkal és a labdaszerzéssel ($r_s = -0,75$; $p = 0,008$, $r_s = -0,70$; $p = 0,017$). Hasonlóképpen, a FATS-próba erős, negatív korrelációt mutatott mind a lövések számával, mind a labdaszerzéssel ($r_s = -0,70$; $p = 0,016$, $r_s = -0,67$; $p = 0,026$). Továbbá a CD erős, pozitív kapcsolatot mutatott a lövési hatékonysággal emberelőnyben ($r_s = 0,65$; $p = 0,029$) indikátorral.

MEGBESZÉLÉS

Az előtanulmányban kifejlesztett agilitáspróba megbízható mérési eszköznek bizonyult a támadóagilitás teljesítményének értékelésére. Ezen kívül érdekes eredményként említendő, hogy a végrehajtási idő és a lövési teljesítmény között nem találtunk összefüggést, ami arra utal, hogy a közel maximális intenzitású mozgások mellett a végrehajtási idő nem befolyásolja a lövési pontosságot. Ez a megállapítás felveti a vízi közeg komplexitásának, valamint a kognitív és technikai tényezők szerepét és jelentőségét az agilitás teljesítményében, amelyekre a következő vizsgálatok során kerestük a választ.

Figyelembe véve és kiküszöbölve az elővizsgálatban alkalmazott protokoll módszertani korlátjait, a fő tanulmányban két új, vízilabda-specifikus agilitáspróba került kifejlesztésre, megvizsgálva azok megbízhatóságát, diszkriminatív és konkurens érvényességét. Ezek a továbbfejlesztett agilitáspróbák és alkalmazott protokollok is kiváló megbízhatóságot mutattak, míg a lövéssel kiegészített agilitásteszt összetettsége ellenére is jó megbízhatóságot igazolt. Az elit játékosok kiemelkedtek a nem-elit játékosokkal szemben mind a sprintúszás, mind az irányváltoztatási gyorsaságteszt, mind a lövés nélküli agilitáspróba tekintetében. Azonban a sportágspecifikus próbák diszkriminatív ereje fokozatosan csökkent a komplexitás növelésével, így a legkomplexebb feladatban, a lövéssel kiegészített agilitáspróbában, valamint a kognitív és a technikai deficitben nem volt különbség a két csoport között. Ez arra enged következtetni, hogy az elit játékosok inkább a fizikai tulajdonságokban, semmint a kognitív vagy technikai képességekben tértek el a nem-elit játékosoktól.

Az teljesítménypróbák közötti korrelációs és regressziós eredmények alapján megállapítható, hogy az újonnan kifejlesztett protokollokban a fizikai-kognitív-technikai komponensek eltérő mértékben érvényesültek. A lövés nélküli agilitástesztben a teljesítményt elsősorban a fizikai tényezők határozták meg, míg a lövéssel kiegészített próba esetében a

kognitív és technikai faktorok megnövekedett szerepe csökkentette a tisztán fizikai teljesítménykomponensek dominanciáját. Ez arra utal, hogy a feladat komplexitásának növelése módosítja a teljesítmény különböző összetevőinek egymáshoz viszonyított szerepét, és a fizikai tényezők hatása részben elfedetté válhat. Mindezek alapján kijelenthető, hogy az agilitáspróbában alkalmazott kognitív komponens megjelenése és értékelése jelenlegi formájában pontosítást igényel, annak érdekében, hogy jobban tükrözze a vízilabdára jellemző kognitív profilt.

Továbbá a kapcsolat hiánya a lövési hatékonyság és a végrehajtási idő között arra enged következtetni, hogy fiatal férfi vízilabda-játékosoknál az agilitáspróbák gyorsabb végrehajtása, illetve a lövési gyorsaság nem befolyásolja a lövések pontosságát.

Vizsgálatunk másik kiemelt célja volt az alkalmazott próbák és a mérkőzéseken rögzített teljesítménymutatók közötti egyidejű kapcsolat vizsgálata, a kritériumvaliditásának egyik formáját, a konkurens érvényességet alapul véve. Fő kérdésünk arra irányult, hogy a fizikai, kognitív és technikai faktorok vagy ezen tényezők kombinációja milyen mértékben függ össze a mérkőzésen nyújtott teljesítménnyel. Az alkalmazott protokollok nem tudták elfogadhatóan modellezni a mérkőzésbeli teljesítményt, eredményeink szórványosak és véletlenszerűek voltak, így a sportágspecifikus tesztelési protokollok továbbfejlesztésének igénye továbbra is fennáll. Annak érdekében, hogy pontosabb képet kapjunk és közelebb kerüljünk a hivatalos mérkőzések szituációspecifikus tulajdonságainak leképezéséhez edzési környezetben, szükséges a vízilabda sportág jellemzőinek és a játékososztok kritériumrendszerének részletesebb meghatározása. Ezzel párhuzamosan indokolt egy egyéni, multidimenzionális játékosprofilokon alapuló mérkőzésteljesítmény-értékelési rendszer kidolgozása, amelynek elemei együttesen hozzájárulhatnak a sportág strukturált fejlesztéséhez.

KÖVETKEZTETÉSEK

- Az újonnan fejlesztett agilitáspróbák megbízhatóak voltak, így alkalmasak a támadóagilitás teljesítményének értékelésére.
- Az elit- és nem-elit játékosok összehasonlítása alátámasztotta a próbák konstruktmérvényességét (a legösszetettebb tesztprotokoll kivételével). A különbségek elsősorban a fizikai tulajdonságokban jelentek meg, míg a lövéssel kiegészített próbában, valamint a kognitív és technikai tényezőkben nem volt szignifikáns eltérés az elit- és nem-elit játékosok között.

- A lövés pontosság nem mutatott kapcsolatot a végrehajtási idővel, ami arra utal, hogy a gyorsabb mozgás nem befolyásolja a lövések pontosságát fiatal férfi vízilabda-játékosoknál.
- A lövés nélküli agilitástesztben a teljesítményt elsősorban a fizikai tényezők határozták meg, míg a lövéssel kiegészített próba esetében a kognitív és technikai tényezők megnövekedett szerepe csökkentette a tisztán fizikai teljesítménykomponensek dominanciáját.
- A sportágspecifikus próbák eredményei nem mutattak konzisztens kapcsolatot a mérkőzésteljesítmény-indikátorokkal, ami kérdéseket vet fel a próbák egyidejű (konkurens) validitásával kapcsolatban, valamint a mérkőzésteljesítmény-indikátorok relevanciájáról és szenzitivitásáról a játékosok közötti különbségek kimutatásában.
- Az agilitásprotokollok továbbfejlesztése szükséges a kognitív és technikai komponensek pontosabb elkülönítésével. Ennek egyik iránya a kognitív képességek, például az észlelési idő izoláltabb mérése, míg egy másik a komplex szituációs feladatok (pl. 1v1, 2v2 helyzetek stb.) fejlesztése, amelyek jobban közelítenek a játék valódi döntési helyzeteinek modellezéséhez.
- Poszt-specifikus kritériumrendszerek pontosítása, valamint egyéni, multidimenzionális játékosprofilokon alapuló teljesítményértékelési rendszer kidolgozása szükséges.

SAJÁT KÖZLEMÉNYEK JEGYZÉKE

Az értekezés alapjául szolgáló saját közlemények jegyzéke

1. Fridvalszki, M., Matlák, J., Rácz, L., Tróznai, Z., Annár, D., Utczás, K., & Petridis, L. (2025). The association between sports-specific testing and in-game performance indicators in young male water polo players. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 25(1), 1–16. <https://doi.org/10.1080/24748668.2025.2569173>
2. Fridvalszki, M., Matlák, J., Rácz, L., Fekete, D., Dudás, D., Tróznai, Z., Annár, D., Utczás, K., & Petridis, L. (2024). The complexity of agility testing in water polo: Reliability and validity analysis of sport-specific protocols. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 25(2), 305–319. <https://doi.org/10.1080/24748668.2024.2411110>
3. Fridvalszki, M., Matlák, J., Kovács, B., Petridis, L., Horváth, D., Havanecz, K., Dudás, D., Langmár, G., & Rácz, L. (2022). Reliability study of a functional test for the offensive agility performance in water polo. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(16), 10040. <https://doi.org/10.3390/ijerph191610040>

A témához kapcsolódó további saját közlemények jegyzéke

1. Matlák, J., Fridvalszki, M., Kóródi, V., Szamosszegi, G., Pólyán, E., Kovács, B., Kolozs, B., Langmár, G., & Rácz, L. (2024). Relationship between cognitive functions and agility performance in elite young male soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 38(1), 116–122. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000004644>
2. Fridvalszki, M., Matlák, J., Kovács, B., Hortobágyi, T., Petridis, L., Dudás, D., Horváth, D., Langmár, G., Gyóri, T., Matics, Zs., & Rácz, L. (2023). Vienna Test System measures failed to predict goal and passing efficiency during international water polo matches in world-class-level youth water polo players. *International Journal of Sport Psychology*, 54(4), 389–403. <https://doi.org/10.7352/ijsp.2023.54.389>

Az értekezés témájához nem kapcsolódó saját közlemények jegyzéke

1. Havanecz, K., Tóth, P. J., Kopper, B., Bartha, C., Sáfár, S., Fridvalszki, M., & Géczi, G. (2025). Relationship between GPS-derived variables and subjective questionnaires among elite youth soccer players. *Sports*, 13(8), 246. <https://doi.org/10.3390/sports13080246>
2. Jokai, M., Torma, F., McGreevy, K. M., Koltai, E., Bori, Z., Babszki, G., Bakonyi, P., Gombos, Z., Gyorgy, B., Aczel, D., Toth, L., Osvath, P., Fridvalszki, M., Teglas, T.,

- Posa, A., Kujach, S., Olek, R., Kawamura, T., Seki, Y., ... Radak, Z. (2023). DNA methylation clock DNAmFitAge shows regular exercise is associated with slower aging and systemic adaptation. *GeroScience*, 45(5), 2805–2817. <https://doi.org/10.1007/s11357-023-00826-1>
3. Torma, F., Bakonyi, P., Regdon, Z., Gombos, Z., Jokai, M., Babszki, G., Fridvalszki, M., Virág, L., Naito, H., Iftikhar Bukhari, S. R., & Radak, Z. (2021). Blood flow restriction during the resting periods of high-intensity resistance training does not alter performance but decreases MIR-1 and MIR-133A levels in human skeletal muscle. *Sports Medicine and Health Science*, 3(1), 40–45. <https://doi.org/10.1016/j.smhs.2021.02.002>
 4. Torma, F., Gombos, Z., Fridvalszki, M., Langmár, G., Tarcza, Z., Merkely, B., Naito, H., Ichinoseki-Sekine, N., Takeda, M., Murlasits, Z., Osváth, P., & Radak, Z. (2021). Blood flow restriction in human skeletal muscle during rest periods after high-load resistance training down-regulates miR-206 and induces Pax7. *Journal of Sport and Health Science*, 10(4), 470–477. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2019.08.004>