

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

Doktori értekezés

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

Budapest
2026

TARTALOMJEGYZÉK

RÖVIDÍTÉSEK JEGYZÉKE	4
ÁBRÁK JEGYZÉKE	6
TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE	7
1. BEVEZETÉS	8
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS	11
2.1 A vízilabda sportági profiljának bemutatása	11
2.2 A vízilabda játékososztok bemutatása	13
2.3 Az agilitás fogalmi alapjai	14
2.4 Sportágspecifikus mérések a vízilabdában	19
2.4.1 Zárt készségű próbák	19
2.4.2 Nyílt készségű próbák, avagy az agilitás mérése	21
2.5 A védekezés- és támadásspecifikus agilitáspróbák közötti különbségek	26
2.6 A mérkőzésindikátorok szerepe a csapatsportok teljesítményében	30
2.7 A szakirodalmi áttekintés összefoglalása	32
3. CÉLKITŰZÉSEK	34
3.1 Kutatási kérdések.....	34
3.2 Kutatási hipotézisek.....	34
4. MÓDSZEREK	36
4.1 A vizsgálatok egymásra épülésének logikai felépítése.....	36
4.2 A vizsgálati személyek	36
4.2.1 Az előtanulmány résztvevői.....	37
4.2.2 A fő tanulmány résztvevői	37
4.3 Vizsgálati protokoll	38
4.3.1 Az előtanulmány vizsgálati protokollja	39
4.3.1.1 A támadásspecifikus agilitásteszt módszertani leírása	40
4.3.2 A fő tanulmány vizsgálati protokollja.....	41
4.3.2.1 Antropometriai mérések	42
4.3.2.2 A 20 m gyorsúszás sprintteszt módszertani leírása	43
4.3.2.3 Az irányváltoztatási gyorsaságteszt módszertani leírása	44
4.3.2.4 A funkcionális agilitásteszt módszertani leírása	45
4.3.2.5 A lövéssel kiegészített funkcionális agilitásteszt módszertani leírása ..	46

4.4	A mérkőzésindikátorok bemutatása.....	47
4.5	Statisztikai analízis	49
4.5.1	Az előtanulmány statisztikai elemzése	49
4.5.2	A fő tanulmány statisztikai elemzése.....	50
5.	EREDMÉNYEK	52
5.1	Az előtanulmány leíró és megbízhatósági eredményei	52
5.1.1	A lövési hatékonyság eredményei.....	54
5.2	A fő tanulmány leíró és megbízhatósági eredményei	55
5.2.1	A kognitív és technikai deficit eredményei.....	58
5.2.2	A lövési hatékonyság és a végrehajtási idő összefüggéseinek eredményei ...	60
5.2.3	A sportágspecifikus próbák közötti kapcsolatrendszer eredményei	62
5.2.4	A sportágspecifikus próbák és a mérkőzésteljesítmény poszttonkénti eredményei	64
5.2.5	A sportágspecifikus próbák és a mérkőzésteljesítmény-indikátorok kapcsolatrendszerének eredményei	66
6.	MEGBESZÉLÉS	68
6.1	Az előtanulmány eredményeinek megbeszélése.....	68
6.1.1	A megbízhatósági eredmények elemzése	69
6.1.2	A lövési hatékonyság eredményeinek elemzése	70
6.1.3	A végrehajtási idő és a lövési teljesítmény kapcsolatának elemzése.....	71
6.2	A fő tanulmány eredményeinek megbeszélése	72
6.2.1	A megbízhatósági eredmények elemzése	73
6.2.2	A sportágspecifikus próbák és számított értékek konstrukumérvényességének elemzése	74
6.2.3	A kognitív deficit eredményeinek elemzése	75
6.2.4	A technikai deficit eredményeinek elemzése.....	76
6.2.5	A sportágspecifikus próbák közötti korrelációk elemzése.....	78
6.2.6	A sportágspecifikus próbák és a mérkőzésindikátorok közötti korrelációk elemzése	79
7.	KÖVETKEZTETÉSEK	84
7.1	A hipotézisek bevalásának értékelése.....	84
7.2	Az előtanulmány konklúziói.....	85

7.3 A fő tanulmány konklúziói	85
8. ÖSSZEFOGLALÁS	87
9. SUMMARY	89
10. IRODALOMJEGYZÉK	91
11. SAJÁT KÖZLEMÉNYEK JEGYZÉKE	108
11.1 Az értekezés alapjául szolgáló saját közlemények jegyzéke	108
11.2 A témához kapcsolódó további saját közlemények jegyzéke	108
11.3 Az értekezés témájához nem kapcsolódó saját közlemények jegyzéke	109
12. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	110

RÖVIDÍTÉSEK JEGYZÉKE

APE-index	a karfesztség és a testmagasság aránya (<i>arms span to height ratio</i>)
20 m FSST	20 m gyorsúszás sprintteszt (<i>20 m freestyle sprint swim test</i>)
CD	kognitív deficit (<i>cognitive deficit</i>)
CODS	irányváltóztatási gyorsaság (<i>change of direction speed</i>)
CI	megbízhatósági intervallum (<i>confidence interval</i>)
CV	variációs együttható (<i>coefficient of variation</i>)
EXCL	kiállítások (<i>exclusions</i>)
FAT	funkcionális agilitásteszt (<i>functional agility test</i>)
FATS	lövessel kiegészített funkcionális agilitásteszt (<i>functional agility test with shooting</i>)
FATSE	lövessel kiegészített funkcionális agilitásteszt lövési hatékonysága (<i>shooting efficiency of functional agility test with shooting</i>)
FTAP	funkcionális agilitásteljesítmény-teszt (<i>Functional Test for Agility Performance</i>)
G	összes szezon alatti mérkőzések száma (<i>total number of games played during the season</i>)
ICC	osztályon belüli korrelációs együttható (<i>intraclass correlation coefficient</i>)
JG-AGIL	ugrás és indulás–agilitás (<i>Jump and Go–Agility</i>)
JG-COD	ugrás és indulás–irányváltóztatás (<i>Jump and Go–Change of Direction</i>)
KA	kulcspasszok (<i>key assists</i>)
KP	középpont
MDC95%	legkisebb kimutatható változás 95%-os megbízhatósági szinten (<i>minimal detectable change at the 95% confidence level</i>)
MSST	többszintű inga úszóteszt (<i>Multistage Shuttle Swim Test</i>)
OF	támadó szabálytalanságok (<i>offensive fouls</i>)
RMANOVA	ismételt mérések varianciaanalízis (<i>repeated measures analysis of variance</i>)
SD	szórás (<i>standard deviation</i>)
SE	lövési hatékonyság (<i>shooting efficiency</i>)
SEEA	lövési hatékonyság létszámazonos akciókban (<i>shooting efficiency in even actions</i>)

SEM	mérés standard hibája (<i>standard error of measurement</i>)
SEPPA	lövési hatékonyság emberelőnyös akciókban (<i>shooting efficiency in power-play actions</i>)
SG-AGIL	megállás és indulás–agilitás (<i>Stop and Go–Agility</i>)
SG-COD	megállás és indulás–irányválttatás (<i>Stop and Go–Change of Direction</i>)
SH	lövések (<i>shots</i>)
ST	labdaszerzések (<i>steals</i>)
TD	technikai deficit (<i>technical deficit</i>)
T1–T4	tesztelő1–4
VJ	vizsgált játékos
WIST	vízilabda megszakításos ingateszt (<i>Water Polo Intermittent Shuttle Test</i>)

ÁBRÁK JEGYZÉKE

1. ábra. Az agilitás modellje (Young és mtsai., 2002 nyomán).....	16
2. ábra. A „Functional Test for Agility Performance” (funkcionális agilitásteljesítmény-teszt) próba sematikus ábrázolása (Tucher és mtsai., 2014 nyomán).....	23
3. ábra. A támadáspecifikus agilitásteszt (functional test for offensive agility performance) sematikus ábrázolása (Fridvalszki és mtsai., 2022 nyomán)	40
4. ábra. A fő tanulmány sematikus ábrázolása (Fridvalszki és mtsai., 2024 nyomán)...	42
5. ábra. Az irányváltoztatási gyorsaságteszt (A) és a funkcionális agilitásteszt (B) vázlatos ábrázolása (Fridvalszki és mtsai., 2024 nyomán).....	45
6. ábra. Az agilitáspróba időeredményének átlagos különbségei mérők (A, B), illetve sorozatok között (C, D) Bland–Altman elemzéssel (n = 18) (Fridvalszki és mtsai., 2022 nyomán).....	53
7. ábra. Fiatal férfi elit (n = 20) és nem-elit szintű (n = 18) vízilabdázók sportági teljesítménypróbák összehasonlító elemzése (átlag ± szórás).....	58
8. ábra. A kognitív deficit értékeinek eloszlása, szóródása és középértékei csoportonként fiatal férfi elit (n = 20) és nem-elit szintű (n = 18) vízilabdázóknál.....	58
9. ábra. A technikai deficit értékeinek eloszlása, szóródása és középértékei csoportonként fiatal férfi elit (n = 20) és nem-elit szintű (n = 18) vízilabdázóknál	59
10. ábra. Standardizált (z) értékeken alapuló kognitív és fizikai képességprofil fiatal férfi elit (n = 20) és nem-elit szintű (n = 18) vízilabdázóknál.....	60
11. ábra. A lövéssel kiegészített funkcionális agilitásteszt végrehajtási idejének (A) és lövési hatékonyságának (B) összehasonlítása négy sorozatban fiatal férfi elit (n = 20) és nem-elit szintű (n = 18) vízilabdázóknál	61
12. ábra. A technikai deficit (TD) és a lövési hatékonyság ponthalmaz ábrája fiatal férfi elit (n = 20) (A) és nem-elit szintű (n = 18) (B) vízilabdázóknál.....	62
13. ábra. Ponthalmaz ábrák a FAT és a 20 m FSST (A), a FAT és a CODS (B), illetve a FAT és a CD (C) változók között fiatal férfi vízilabdázóknál (n = 38)	63
14. ábra. Ponthalmaz ábrák a FATS és a 20 m FSST (A), a CODS (B), a CD (C), illetve a TD (D) változók között fiatal férfi vízilabdázóknál (n = 38)	64

TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

1. táblázat. Mérkőzésindikátorok definiálása	48
2. táblázat. Az agilitáspróba méréseinek leíró eredményei fiatal férfi vízilabdázóknál (n = 18) (Fridvalszki és mtsai., 2022 nyomán)	52
3. táblázat. Hét- és ötméteres távolságból végzett lövések eredményei a két sorozat során fiatal férfi vízilabda-játékosoknál (n = 18) (Fridvalszki és mtsai., 2022 nyomán)	54
4. táblázat. Az antropometriai jellemzők eredményei (átlag ± szórás) fiatal férfi elit- és nem-elit szintű vízilabdázóknál (n = 38) (Fridvalszki és mtsai., 2024 nyomán)	55
5. táblázat. Sorozatok átlagos eredményei a két mérő (A és B) összevont mérései alapján fiatal férfi elit- és nem-elit szintű vízilabdázóknál (n = 38) (átlag ± szórás)	56
6. táblázat. Sportági teljesítménytesztek teszt-reteszt megbízhatósági eredményei fiatal férfi elit- és nem-elit szintű vízilabdázóknál (n = 38) (Fridvalszki és mtsai., 2024 nyomán)	57
7. táblázat. Pearson-féle korrelációs együtthatók a sportági teljesítménypróbák között fiatal férfi vízilabdázóknál (n = 38) (Fridvalszki és mtsai., 2025 nyomán)	62
8. táblázat. Sportági próbák változóinak összehasonlító eredményei fiatal férfi vízilabdázóknál posztok szerint (átlag ± szórás) (Fridvalszki és mtsai., 2025 nyomán)	65
9. táblázat. Mérkőzésindikátorok összehasonlító eredményei fiatal férfi vízilabdázóknál posztok szerint (átlag ± szórás) (Fridvalszki és mtsai., 2025 nyomán)	66
10. táblázat. Spearman-féle korreláció (r_s) sportági teljesítménytesztek és mérkőzésindikátorok között fiatal férfi szélső (n = 22) és center-bekk (n = 11) vízilabdázóknál (Fridvalszki és mtsai., 2025 nyomán)	67

1. BEVEZETÉS

A vízilabda az inváziós vagy territoriális csapatsportok kategóriájába sorolható, amelyekben a támadó és védekező csapatok játékosainak szándékai ellentétesek egymással (Young és mtsai., 2015). A mérkőzések kimenetele jelentősen függ a játéksituációk gyors és pontos felismerésétől, valamint a taktikai döntések késedelem nélküli meghozatalától. 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 (Dong és mtsai., 2021), 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.

Felismerve az agilitásképeség egyre nagyobb jelentőségét, különösen a labdajátékokban (Matlák és mtsai., 2024; Young és mtsai., 2015), számos mérésre és fejlesztésre is alkalmas agilitásprotokoll jelent meg a szakirodalomban. Ezek az eljárások rendszerint gyors irányváltásokat és külső ingerekhez kapcsolódó döntéshozatali helyzeteket tartalmaznak (Morrall-Yepes és mtsai., 2020). Míg a kizárólag gyors irányváltásokat tartalmazó protokollok egy előre meghatározott útvonal mentén zajlanak, az agilitáspróbák a gyors észlelés és az arra adott reakció kapcsolatára épülnek. A két protokolltípus közös tulajdonságainak ellenére a szakirodalom a gyors irányváltás képességét és az agilitást egymástól elkülönülő képességekként értelmezi (Young és mtsai., 2015).

Noha más labdajátékokban számos megbízhatósági és érvényességi vizsgálat született az agilitásmérések területén (Morrall-Yepes és mtsai., 2020; Paul és mtsai., 2016), a vízilabdában a sportágspecifikus, nyílt készségekre épülő pályatesztek fejlesztése továbbra is alulreprezentált. Mindeddig csupán néhány kutató foglalkozott a részben váratlan, nem automatizált, vagy begyakorolt ingerek alkalmazásán alapuló próbák fejlesztésével és elemzésével (Dong és mtsai., 2021; Tucher és mtsai., 2014; Tucher és mtsai., 2015; Tucher és mtsai., 2016; Tucher és mtsai., 2021). Kiemelendő továbbá az ökológiai érvényesség jelentősége, azaz a mérési protokollok és a mérkőzésteljesítmény-indikátorok közötti összefüggések vizsgálata. Ez egy kiemelt szempont a

teljesítménydiagnosztikai mérésekben, mert így beazonosíthatók azok a képességek a mérések során, amelyek valós mérközhelyzetekben meghatározó szerepet játszhatnak a sikeres teljesítményben.

A vízi közeg sajátosságai azonban fokozott kihívásokat jelenthetnek a vizsgálatok kivitelezése során. A vízben történő tesztelés korlátjai – például a stabil támasz hiánya, illetve a testhelyzet pontos reprodukálhatóságának nehézsége – csökkenthetik a mérési eljárások megbízhatóságát és érvényességét (Tsekouras és mtsai., 2005). Az irányváltással járó, gyorsító és lassító mozgások során a közegellenállás dinamikusan változik, ami közvetlenül befolyásolhatja a mért teljesítményértékeket és azok pontosságát. Továbbá problémát jelenthet, hogy a vízfelszínen elhelyezett eszközök (bóják, medicinlabdák) könnyen elmozdulhatnak, ami a kijelölt pálya paramétereinek megváltozásához vezethet. Ezen tényezők következtében a kognitív komponensek mérését (például az észlelési–döntési gyorsaságot) célzó tesztprotokollok kidolgozásának lehetőségei is szűkülnek, mivel a környezet kiszámíthatóságának részleges hiánya megnehezíti a reakcióidő és a döntési folyamatok megbízható értékelését.

Tekintettel a vízilabda-specifikus agilitásteszt terén rendelkezésre álló korlátozott számú vizsgálati eredményekre és a módszertani leírásokra, jelen értekezés két vizsgálat eredményeit mutatja be, amelyek három közleményben jelentek meg (Fridvalszki és mtsai., 2022; 2024; 2025). Az első vizsgálat egy előtanulmány, amelynek célja egy támadásspecifikus agilitásteszt kifejlesztése és bemutatása volt (Fridvalszki és mtsai., 2022). 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 (Fridvalszki és mtsai., 2024). 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 (Fridvalszki és mtsai., 2025).

A másik cél a sportágspecifikus feladatok kritériumvaliditásának egyik formája, a konkurens érvényesség vizsgálata volt. Ennek során a funkcionális agilitástesztek teljesítményindikátorai és a hivatalos mérkőzésindikátorok közötti összefüggéseket elemeztük, ezzel elősegítve a diagnosztikai mérések és a mérkőzésteljesítmény közötti sportszakmai „szakadék” áthidalását (Fridvalszki és mtsai., 2025).

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1 A vízilabda sportági profiljának bemutatása

A vízilabda a modernkori olimpiai játékok legrégebbi csapatsportága, amely 1900 óta szerepel a versenyprogramban (Olympics, n.d.). Egy polisztukturális, komplex mozgások csoportjába tartozó, jelentősen megterhelő, testkontaktust igénylő csapatsport. Jellemző rá, hogy a maximális intenzitású, rövid ideig tartó erőkifejtések – mint például a maximális sebességű úszás, a test kiemelkedése a vízből vagy a lövés – alacsony intenzitású mozgásokkal vagy pihenőszakaszokkal váltakoznak (Alcaraz és mtsai., 2012; Nikšić és mtsai., 2020; Tan és mtsai., 2009). A játékosoknak jelentős izomerőre van szükségük ahhoz, hogy a mérkőzés során toló, lökő mozdulatokkal ellenfeleiket kedvezőtlen pozícióba kényszerítsék, lövéseiket blokkolják, vagy test-test elleni küzdelemben pozíciójukat megtartsák (Alcaraz és mtsai., 2012; Smith, 1998; Van der Wende, 2005). Ebből kifolyólag az elit vízilabdázók alapvető jellemzői közé tartoznak a fejlett izomerő mellett, a kiemelkedő úszási képességek (úszósebesség), a viszonylag nagy sovány testtömeg, valamint a fejlett agilitás (amely magában foglalja a gyors helyzet- és irányváltásokat, valamint a kognitív – észlelési és döntéshozatali – tényezőket). Emellett meghatározó a speciális technikai és taktikai képességek magas szintje, a nagy sebességű lövések kivitelezése, valamint a vízben alkalmazott birkózótechnikák elsajátítása (Alcaraz és mtsai., 2012; Aleksandrović és mtsai., 2007; Botonis és mtsai., 2016; Casanova és mtsai., 2018; Dong és mtsai., 2021; Garcia-Cervantes és mtsai., 2017; Hraste és mtsai., 2016; Lozovina & Pavicić, 2004; Mészáros és mtsai., 1998; Smith, 1998; Tucher és mtsai., 2014; Zinner és mtsai., 2015).

Egy standard vízilabda-mérkőzés 4×8 percből áll és 30×20 méteres medencében zajlik. A játékosok által megtett összes úszott távolság (átlag \pm szórás) 1613 ± 150 m, amely átlagosan percenként $54,1 \pm 5,8$ méter megtett távnak felel meg (Melchiorri és mtsai., 2010). A férfi vízilabdázók szívfrekvenciája a nettó játékidejük 92%-ában meghaladja a 150 ütés/perc értéket (Snyder, 2008; Zinner és mtsai., 2015). Továbbá a mérkőzések során az ismétlődő sprint- és irányváltásos szakaszok előfordulása és időtartama, valamint a terhelés és a pihenés aránya egyaránt jelentős aerob és anaerob energiafelhasználást igényelnek (Botonis és mtsai., 2019). Ezen kardiovaszkuláris és metabolikus igényekből kifolyólag a játékosoknak optimális fizikális felkészültségre van szükségük a siker eléréséhez (Melchiorri és mtsai., 2010; Smith, 1998; Tan és mtsai.,

2009; Zinner és mtsai., 2015). A vízilabda irányításáért felelős World Aquatics nemzetközi szervezet 2025. június 25-én életbe léptetett szabálmódosításai – többek között a labdabirtoklási idő 30 másodpercről 28 másodpercre, a második labdabirtoklás 20 másodpercről 18 másodpercre, valamint a kiállítási idő 20 másodpercről 18 másodpercre történő csökkentése, illetve a férfiak számára előírt játéktér hosszának 25 méterre történő rövidítése (World Aquatics, n.d.) – tovább növelték a játék intenzitását, tempóját és a sportolók fizikai megterhelését.

A játék során az egyik legnagyobb nehézség a horizontális (úszás, test-test elleni kontakt helyzetek) és a vertikális testhelyzetek (passzolás, lövés, blokkolás) folyamatos és dinamikus váltása. Melchiorri és mtsai. (2010) vizsgálatukban megfigyelték, hogy a játékosok egy mérkőzés alatt percenként átlagosan $4,6 \pm 0,6$ alkalommal váltanak vízszintes testhelyzetből függőlegesbe. Ez azt jelenti, hogy egy mérkőzés során akár 120 ilyen testhelyzetváltás is előfordulhat, amely jelentős terhet róhat a nagyobb izomcsoportokra és a kardiopulmonális rendszerre (D'Auria & Gabbett, 2008; Melchiorri és mtsai., 2010; Smith, 1998). Mindez különösen figyelemre méltó, mivel a mérkőzés során a játékosok az aktív támadással 21%-ot, a védekezéssel 28,3%-ot, míg az aktív úszással a teljes játékidő 51%-át töltötték. Emellett arra is rámutattak, hogy a különböző játékosposztokhoz eltérő fizikai igények társulnak. A bekkjátékosok 8,4%-kal, illetve 37,9%-kal nagyobb távolságot tettek meg, továbbá a magasabb sebességi zónában ($1,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ felett) 12,3%-kal és 36%-kal több időt töltöttek, mint a szélső- illetve centerjátékosok. Ennek ellenére a bekk- és szélsőjátékosok vérlaktát-értékei 40 és 53%-kal alacsonyabbak voltak, mint a centerjátékosoké. Az ilyen különbségeket figyelembe véve a szerzők konklúzióként a posztok szerinti követelményekhez igazodó edzésterhelést javasoltak, különös tekintettel a bekk és center szerepekben végzett magas intenzitású anaerob edzésre, amely az adott szerepekhez illeszkedve optimalizálja a játékra való felkészültséget (Melchiorri és mtsai., 2010).

A magas szintű fizikai felkészültség mellett a korábban is említett lövési sebesség szintén meghatározó tényezője a teljesítménynek (Alcaraz és mtsai., 2012; Canossa és mtsai., 2020; McCluskey és mtsai., 2010; Melchiorri és mtsai., 2015a; Smith, 1998; Van der Wende, 2005; Zinner és mtsai., 2015), amellyel kapcsolatban korábbi vizsgálatok kimutatták, hogy pozitív kapcsolatban áll az antropometriai jellemzőkkel és a felső végtagi maximális izometriás erővel (Alcaraz és mtsai., 2012; Ferragut és mtsai., 2011a;

2011b; López-Plaza és mtsai., 2021). Elit férfi vízilabdázók esetében a lövési sebesség értéke 58–88 km/óra között mozog (Darras, 1999; Zinner és mtsai., 2015). Több kutató is hangsúlyozta, hogy a nagy lövési sebesség eléréséhez az erős és hatékony vízilabda-specifikus taposó lábtempó (*eggbeater technika*) kulcsfontosságú a víz feletti függőleges magasság növelésében, amely lehetővé teszi az ellenfél védelmének áttörését és a nagy lövési sebesség elérését (Feltner & Taylor, 1997; McCluskey és mtsai., 2010; Marrin & Bampouras, 2007; Melchiorri és mtsai., 2015b; Zinner és mtsai., 2015). Ugyanakkor, Zinner és mtsai. (2015) kutatásukban arra a megállapításra jutottak, hogy a nagy függőleges magasság elérése nemcsak a pontos és gyors lövések, hanem a hatékony védekezés szempontjából is elengedhetetlen. Ezen megállapításuk alapján az ilyen sportolók szűrése segíthet az edzőknek a tehetséges vízilabdázók kiválasztásában, valamint az utánpótláskorú sportolók érési szakaszához igazított, a kiemelkedési képesség fejlesztését célzó edzésstratégiák kidolgozásában.

2.2 A vízilabda játékosposztok bemutatása

A vízilabda játék két kapu köré szerveződik, amelyek a medencében kijelölt helyeken találhatóak. A csapatok hat mezőnyjátékosból és egy kapusból állnak. A támadók közé tartozik: a centerjátékos (más néven „kétméteres támadó”), két szélső „*Wings*” (akik a kétméteres vonalon vagy ahhoz közel helyezkednek el), két átlövő/hátsó „*Drivers*” (peremjátékosok/szélsők, akik az ötméteres vonalon vagy ahhoz közel helyezkednek el), és egy középső „*Point*” (bekkjátékos, aki általában az ötméteres vonal mögött helyezkedik el). A védekező pozíciók gyakran megegyeznek a támadó felállással, de a játékosok helyezkedése az ellentétes irányban történik, mivel a szerepkörök támadásról védekezésre váltanak (Kondrič és mtsai., 2012).

Fontos megemlíteni, hogy a különböző pozíciók eltérő készségeket és képességeket igényelnek. A centerjátékosok például nagyobb fizikai kontaktusnak vannak kitéve, hosszabb ideig maradnak függőleges helyzetben, és gyakrabban váltanak vízszintes és függőleges testhelyzet között, míg a szélső játékosoknál nagyobb a jelentősége a sprintúzásnak, fej fölötti lövéseknek, valamint kulcspasszok előkészítésében és végrehajtásában (D'Auria & Gabbett, 2008; Fridvalszki és mtsai., 2023; Smith, 1998). Az említett pozícióspecifikus eltérések a testtömegben és a szomatotípusban is megmutatkoznak (Canossa és mtsai., 2011), ami alátámasztja azt, hogy a tesztelési

protokollok kialakításakor indokolt figyelembe venni a játékosok szerepköréhez igazodó sajátosságokat.

A kapusok szerepe szintén meghatározó a mérkőzések alakulásában, hiszen ők a védekezés utolsó mentsvárai, akik a kapura tartó lövésekkel szemben védelmezik a csapatot. A csapat mérkőzéseinek kimenetele nagy mértékben függ a kapus teljesítményétől, játéka pedig jelentősen eltér a mezőnyjátékosokétól (Platanou, 2009). Míg korábbi vizsgálatok kimutatták, hogy a mezőnyjátékosok munkavégzésének intenzitása csökken a játék előrehaladtával (Pinnington és mtsai., 1988; Platanou & Geladas, 2006), ez a jelenség kapusoknál nem volt megfigyelhető (Pinnington és mtsai., 1988). Platanou (2009) kutatása szerint a kapusok az emberhátrányos helyzetekben érték el a legmagasabb szívfrekvenciájukat ($152,5 \pm 10,1$ ütés/perc). A játék ezen szakaszaiban a kapusok folyamatos gólkapási veszélyben voltak, ami fokozta munkavégzésük intenzitását, így szívfrekvenciájuk az aktivitás idejének 58%-ában meghaladta az anaerob küszöbértéket.

A kapusok technikai készségei közé tartoznak a gyors reflexek, a pontos helyezkedés és a hatékony kommunikáció. Mozgásuk elsősorban specifikus ugrásokból, és a páros karú emelés mellett a magas vertikális testhelyzet fenntartásából áll. Mindezek mellett a kapusoknak kiemelkedő izomerővel, valamint a felsőtest szükséges erősségével és ízületi stabilitásával kell rendelkezniük a gyakori labdatalálatok elviselésére (Smith, 1998).

2.3 Az agilitás fogalmi alapjai

A csapatsportok teljesítménye egyaránt függ fizikai és kognitív tényezőktől. Ahogy az már korábban említésre került, a csapatsportokban a játékosoknak folyamatosan alkalmazkodniuk kell a változó játékszituációkhoz gyors és lehetőleg optimális döntésekkel (Abernethy és mtsai., 1993; Bloomfield és mtsai., 2007; Brughelli és mtsai., 2008; Docherty és mtsai., 1988; Morral-Yepes és mtsai., 2020; Paul és mtsai., 2016; Reilly és mtsai., 2000; Salaj & Markovic, 2011; Scanlan és mtsai., 2015), amely rámutat az idők során folyamatosan fejlődő agilitás fogalmának fontosságára (Morral-Yepes és mtsai., 2020).

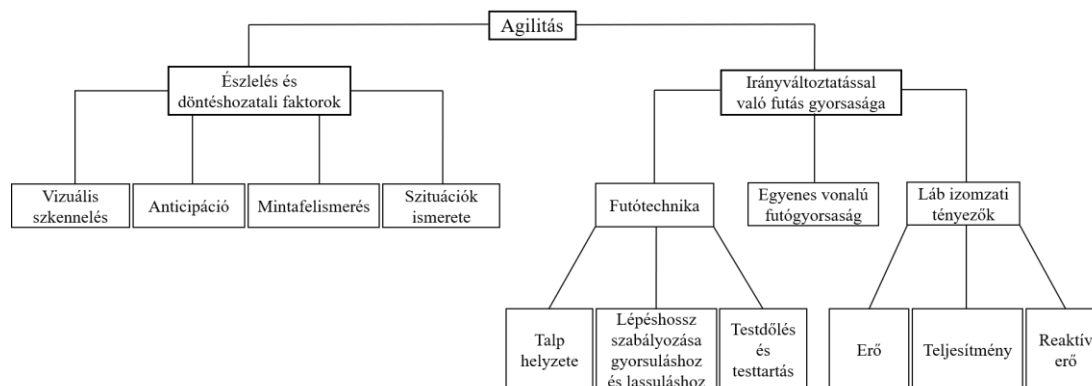
Az agilitásképesség meghatározása és értelmezése sokféleképpen jelenik meg a szakirodalomban. Korábbi tanulmányok (Bloomfield és mtsai., 1994; Clarke, 1959; Mathews, 1973) az agilitást a gyors irányváltás képességeként értelmezték. Más kutatók (Barrow & McGee, 1971; Johnson & Nelson, 1969) gyors és pontos irányváltás

képességeként határozták meg. Egyes szerzők (Baechle & Earle, 1994; Draper & Lancaster, 1985) az agilitást az „egész test irányváltására, valamint a végtagok mozgására és irányváltására” is kiterjesztették. Baker (1999) és Moreno (1995) az agilitás és irányváltási sebesség leírására vezették be a „*quickness*” kifejezést, amely egy többsíkú vagy többirányú gyorsítást, a robbanékonyságot és a reakcióképeséget magában foglaló készségként értelmezhető (Moreno, 1995).

Chelladurai (1976) rámutatott arra, hogy a korábbi definíciók nem vették kellőképpen figyelembe az agilitás perceptuális és döntéshozatali komponenseit, amelyek számos sportágban meghatározó szerepet játszanak. A szerzők az agilitás feladatainak osztályozására olyan rendszert javasoltak, amely négy kategóriát különít el: egyszerű (sem időbeli, sem térbeli bizonytalanság nincs), időbeli (időbeli igen, de térbeli bizonytalanság nem áll fenn), térbeli (térbeli igen, de időbeli bizonytalanság nem áll fenn), valamint univerzális (időbeli és térbeli bizonytalanság egyaránt jelen van) (Chelladurai, 1976; Sheppard & Young, 2006).

Young és mtsai. (2002) voltak az elsők, akik kidolgozták az agilitás komponenseire vonatkozó modellt, amelynek két fő összetevője az „Észlelés és döntéshozatali faktorok” és az „Irányváltoztatással való futás gyorsasága” (1. ábra). Ez a modell elsősorban a gyors irányváltásokat is igénylő sportágakra lett kifejlesztve, például a labdajátékokra (pl. tenisz, tollaslabda, asztalitenisz). Emellett vizsgálatukban a térdfesztítő izmok unilaterális és bilaterális erőfejlesztését, valamint reaktív erejét mérték különböző erőteszttekkel: izokinetikus térdnyújtással és mélybeugrásból végrehajtott felugrás teszttel. Ezeket az eredményeket nyolc nyolcméteres, egyenes vonalú sprintfutásból, illetve 20°, 40° és 60°-os irányváltásokkal kiegészített futásokból álló gyorsasági teszt eredményeivel korreláltatták. A bilaterális koncentrikus erőteszt és a futóteszt eredményei között (egy kivétellel) nem mutatkozott szignifikáns kapcsolat, míg a bilaterális reaktív erőteszt eredményei és a futóteszt eredményei között szignifikáns kapcsolatokat detektáltak. Az egy láb mélybeugrásból való felugrás tesztben mindkét esetben találtak szignifikáns kapcsolatot, amelyet a futótesztben való irányváltás és a reaktív tesztben való földet érést követő elrugaszkodási mechanizmus hasonlóságával magyaráztak. A kutatás eredményei nem adnak egyértelmű választ az alsó végtagi izomteljesítmény irányváltási sebességre gyakorolt relatív fontosságáról, így az erre irányuló edzésprogramok agilitásfejlesztésben betöltött szerepe különböző sportágakban továbbra is kérdéses. A szerzők az agilitás

holisztikus fejlesztését hangsúlyozták, figyelembe véve az azt befolyásoló tényezőket is (1. ábra).



1. ábra. Az agilitás modellje (Young és mtsai., 2002 nyomán)

Az agilitás másik nagy befolyásoló tényezője az „Észlelés és döntéshozatali faktorok” csoportja, amely magába foglalja a látással való információszerzést, az elővételezést (például a játékhelyzetek „megjövendölését, előrevetítését”), mintázatok felismerését és a situációk ismeretét.

Ezek alapján Sheppard és Young (2006) az alábbi definíciót fogalmazta meg az agilitásról: „gyors, egész testtel végzett mozgás, a mozgás sebességének vagy irányának egy ingerre való változtatásával”. Ez a definíció kiemeli az agilitás fizikai komponenseit – mint a lassítást, gyorsítást és irányváltoztatást –, miközben hangsúlyozza a kognitív tényezők (például a vizuális ingerre való reagálás) jelentőségét. Ugyanis számos sportágban, például a csapat- és ütőssportokban, a játékosok mozgása – legyen szó gyorsításról, lassításról, irányváltásról vagy sprint közbeni helyváltoztatásról – gyakran külső vizuális inger hatására változik, jellemzően az ellenfél kikerülése vagy a labdával, illetve más játékosal való interakció során (Sheppard & Young, 2006; Young & Farrow, 2013). Noha az agilitás definíciójáról nincs egységes álláspont a szakirodalomban, a Sheppard és Young (2006) által adott definíciót számos kutatás elfogadta és alkalmazta (Jeffreys, 2011; Matlák és mtsai., 2016; Rayner & Young, 2015; Scanlan és mtsai., 2014; Spasic és mtsai., 2015; Spiteri és mtsai., 2012).

Azonban a fenti definíció továbbra is egységes képességként értelmezi az agilitást, ami a sportágak közötti transzferálhatóság feltételezését sugallja. Jeffreys (2010) szerint felmerül a kérdés, hogy az agilitás egy sportágban történő fejlesztése milyen mértékben alkalmazható egy másik sportági környezetben, vagy a különböző sportágak sajátos

mozgáskövetelményei befolyásolják-e a transzferálhatóság mértékét? Az edzőmunka transzferhatóságának maximalizálása érdekében a mérkőzésteljesítmény szempontjából elengedhetetlen az adott sportág mozgáskövetelményeinek pontos ismerete, amelyet Jeffreys (2010) sportágspecifikus játékgyorsaságnak nevez. Jeffreys (2010) a játékgyorsaságot az alábbiak szerint definiálta: „kontextus-specifikus mozgás, ahol egy sportoló a sportteljesítményét optimális sebességgel, precizitással, hatékonysággal és kontrollal végrehajtott sportágspecifikus mozgásokkal maximalizálja, elővételezve és reagálva a mérkőzések kulcsfontosságú perceptuális ingereire és mozgáskészségek igényeire.” A definícióból világosan kivehető, hogy egy mérkőzés során bizonyos szituációkban átmeneti mozgásokra van szükség, amelyeknek célja nem a maximális sebesség elérése, hanem az optimális, megfelelő testhelyzet megőrzése a gyors reagálás érdekében (Jeffreys, 2006). Az agilitás tehát kontextus-specifikus képességként értelmezhető, ahol a sportolók hatékony mozgásokkal igyekeznek maximalizálni teljesítményüket az adott helyzet követelményeinek megfelelően (Jeffreys, 2011). Ennek alapján Jeffreys (2011) egy három „korláton” alapuló elméleti modellt dolgozott ki (*constraints-based model of reactive agility*), amely az agilitás elemzésére és a teljesítményt potenciálisan befolyásoló, korlátozó, egymással kölcsönhatásban levő tényezőkre összpontosít: organikus, feladatspecifikus és környezeti. Az organikus korlátok közé tartoznak: a fizikális (izomerő, antropometria, izomrosttípus), a perceptuális (tekintetkontroll, fókuszált figyelem), a kognitív (elővételezés, mintafelismerés, koncentráció, problémamegoldás) faktorok, valamint a motoros kontroll (motoros minta fejlesztés, motoros minta kiválasztás, motorikus minta módosítás). A környezeti korlátok közé tartozik a játéktér, a játékkörnyezet, az ellenfelek és csapattársak elhelyezkedése, a külső hőmérséklet, a szélviszonyok stb. A feladatspecifikus korlátok közé tartozik a feladat célja, a játék szabályai és az eszközök. Ezek a korlátok nagy mértékben eltérnek a sportágak között és meghatározzák a mozgás hatékonyságának eredményességét. A szerző hangsúlyozza, hogy noha számos általános mozgásképesség szükséges, a végső siker elérése a feladatspecifikus mozgásképességek adott feladat követelményeihez való adaptálhatóságától függ. Emellett meghatározó az adott feladathoz tartozó korlátok, valamint a feladat sikeres végrehajtásához szükséges mozgásminták, eszközök, szabályok alkalmazása (Jeffreys, 2011).

Young és mtsai. (2015) a korábbi modellhez (1. ábra) képest kidolgoztak egy újat, amelyben az irányváltatással való futás gyorsasága már nem szerepel. Ezt a módosítást azzal indokolták, hogy ez a képesség különálló, mivel az agilitás a kiszámíthatatlan tényezőkre épít, míg az előbbi az irányváltatásra fókuszál. Az agilitásképeség osztályozását az inváziós vagy territoriális sportágakra vonatkozóan tették meg. Ezekben a sportágakban a támadó és védekező játékosok céljai ellentétesek egymással; míg az előbbi az utóbbi kicselezésével próbálja elkerülni a labdavesztést, addig a védők elsősorban területszűkítéssel próbálják korlátozni a támadók mozgását. Emellett potenciális labdaszerzés esetén kontratámadást indítanak (Young és mtsai., 2015). Ezek alapján az agilitást meghatározó fő faktorok az inváziós sportágakban a következők: kognitív, fizikális és technikai tényezők. A kognitív tényező magában foglalja a döntéshozatal sebességét és pontosságát, amelyeket további alkomponensek egészítenek ki, mint a látással való információszerzés, az elővételezés, a mintázatok felismerése, valamint a játéksituációk ismerete. A fizikális tényezők közé tartoznak az alsó végtagi izomzati tényezők (erő, teljesítmény, reaktív erő), a törzsizmok ereje és a lineáris gyorsaság. A harmadik nagy komponens a technikai tényezőket tartalmazza, amelyek alszintjei közé tartoznak a talp helyzete, a lépések hosszának és frekvenciájának módosításai a gyorsulás érdekében, valamint a testdőlés és testtartás. Noha Young és mtsai. (2015) megemlíti a vízi környezetben űzött vízilabda inváziós jellegét, az általuk továbbfejlesztett modell a szárazföldi, territoriális sportágakra vonatkozó agilitás fogalmi rendszerének értelmezését szélesíti. Jeffrey (2011) ugyanakkor hangsúlyozza a környezeti tényezők befolyását a sportolói teljesítményre, de a vízi közeg okozta természetes változékonyságot és kiszámíthatatlanságot ő sem említi.

Összességében elmondható, hogy a jelenlegi modellek nem veszik figyelembe a vízilabdában megjelenő kihívásokat és korlátokat, amelyek alapvetően befolyásolják az agilitás megnyilvánulásait. E modellek olyan elemeket tartalmaznak (pl. talp helyzete, lépéshossz szabályozása, testdőlés és testtartás), amelyek a vízi közegben nem, vagy csak korlátozottan értelmezhetők. Ez rávilágít az agilitás vízisport-specifikus megközelítésének szükségességére, valamint egy determinisztikus modell kidolgozásának jelentőségére. A vízi közegre létrehozott modell, amely az agilitásteljesítményt az azt meghatározó tényezőkkel – kognitív képességek, fizikai

adottságok és technikai faktorok (Young és mtsai., 2015) – kapcsolja össze, hozzájárul a témában folytatott kutatások relevanciájának növeléséhez.

2.4 Sportágspecifikus mérések a vízilabdában

2.4.1 Zárt készségű próbák

A sportágspecifikus tesztelési protokollok fejlesztése kiemelt figyelmet kap az irodalomban, mivel képesek szimulálni a mérkőzéseken előforduló játéksituációkat (Gabbett és mtsai., 2008; Meckel és mtsai., 2009; Spasic és mtsai., 2015). Az ilyen típusú tesztek elsősorban zárt készségű feladatokat tartalmaznak (Mujika és mtsai., 2006; Rechichi és mtsai., 2000; Sekulic és mtsai., 2016; Uljevic és mtsai., 2013; Uljevic és mtsai., 2014; Zinner és mtsai., 2015), amelyek automatizált válaszreakción alapulnak, és a kognitív oldali bizonytalanság korlátozott (Cox, 2002; Sheppard & Young, 2006). Tan és mtsai. (2009) megfigyelései alapján egy női vízilabda-mérkőzés során a játékosok több mint 330 különálló mozgásirányváltást hajtanak végre taposó láb munkával (úgynevezett „eggbeater” mozdulat), amely egy mozgásváltásnak felel meg átlagosan 6,2 másodpercenként. Ennek megfelelően az elit játékosoknak kiemelkedő képességekkel kell rendelkezniük ezen magas intenzitású lábtempó-mozgások végrehajtásához (Tan és mtsai., 2009; Zinner és mtsai., 2015).

Uljevic és mtsai. (2013) tíz sportágspecifikus fitneszteszt megbízhatóságát, diszkriminatív és faktoriális érvényességét értékelték a vízilabda-játékosok posztjainak vonatkozásában. A tesztek közé tartozott háromféle vízből való kiugrás, kétféle úzás, háromféle lövés, passzpontosság, valamint a taposó láb munka dinamométeres erőmérése. A passzpontossági próbát leszámítva mindegyik próba megbízhatónak bizonyult. A faktoranalízis kimutatta, hogy az ugró-, a lövés- és a sprintkapacitások külön dimenziókban értelmezhetők a vízilabda-játékosok esetében. A diszkriminatív validitás csak részben igazolódott, mivel a próbák csak egy része bizonyult alkalmasnak a játékosposztok fitneszszintje alapján történő megkülönböztetésére. A kutatás eredményei szerint a középső (bekk) „Point” pozícióban játszó játékosok (támadásban, a kaputól mintegy öt méterre elhelyezkedők) szignifikánsan jobb fittségi mutatókkal rendelkeztek társaikhoz képest, amely elsősorban változatos feladatkörükből és széles körű fizikai képességeik fejlődéséből adódott. Ugyanakkor valószínűsíthető, hogy a pozíció betöltésére való kiválasztásuk hátterében eleve a fejlettebb fittségi adottságok álltak.

Konklúziójukban megfogalmazták, hogy az alkalmazott tesztek megfelelőek a játékosok motoros állapotának mérésére és a kapott adatok alapot adhatnak a fiatal férfi vízilabda-játékosok erőnlétének meghatározásához (Uljevic és mtsai., 2013).

Sekulic és mtsai. (2016) vizsgálatukban a vízilabda-mérkőzések támadó- és védekezőteljesítményének összefüggéseit elemezték sportágspecifikus teszteredmények és antropometriai jellemzők alapján, különös tekintettel a mérkőzéseken betöltött támadó- és védekezőspecifikus pozíciók teljesítményére. A vizsgálat eredményei alátámasztották az anaerob jellegű úszóteljesítmény jelentőségét az alkalmazott próbában mért fiatal vízilabdázók védekezési feladataiban. A sprintúszás erőteljes kapcsolatot mutatott a támadó teljesítménnyel, míg a vízben végzett kiugrások mértéke mind a támadó-, mind a védekező teljesítménnyel szignifikánsan összefüggött. Ezek az összefüggések kapcsolatban állhatnak a játékosok pozíciójának specifikus követelményeivel, valamint az adott pozíciókhoz kapcsolódó alapvető jellemzőkkel. Egy mérkőzés során támadószabálytalanság esetén a támadásból védekezésbe való átmenet kulcsfontosságú eleme a lineáris, maximális sebességgel végrehajtott gyorsulás. Ebben az esetben az eredetileg támadó játékosoknak gyors irányváltásra és hatékony visszaúszásra van szükségük, míg a védekezésből támadásba váltó játékosok számára az irányváltás nélküli sprint előnyt jelenthet, különösen azok számára, akik kiemelkedő sprintsebességgel rendelkeznek (Sekulic és mtsai., 2016).

Az irányváltásos gyorsaság mérésére kidolgozott teszt Rechichi és mtsai. (2000) nevéhez fűződik (*sprint/agility test*), amelyet Draper és Lancaster (1985) 5-0-5 agilitástesztje alapján dolgoztak ki. A teszt lényege, hogy a vizsgált játékosnak egy tíz méteres pályán, maximális sebességre törekedve oda-vissza kell úsznia. A 0 – 3 méteres szakasz a gyorsulást, a 3 – 7 méteres szakasz a maximális úszási sebességet, míg a 7 – 10 – 7 méteres szakasz az irányváltás sebességét méri.

Ezen túlmenően a vízilabda-specifikus állóképességi tesztek kidolgozása is jelentős figyelmet kapott az irodalomban (Mujika és mtsai., 2006; Rechichi és mtsai., 2000). A Rechichi és mtsai. (2000) által kifejlesztett tíz méteres többszintű inga úszóteszt (*Multistage Shuttle Swim Test, MSST*) megbízható és érvényes teszt, amely hatékonyan alkalmazható a vízilabdázók aerob kapacitásának mérésére. A Mujika és mtsai. (2006) által kifejlesztett megszakításos ingateszt (*Water Polo Intermittent Shuttle Test, WIST*) szintén megbízható, érvényes és érzékeny eszköznek bizonyult, amelyet a kutatók

hasznos mérőeszközként ajánlanak a vízilabda-mérkőzéseken tapasztalható különböző terhelések hatásainak mérésére. Bár a fizikai felkészültség jelentőségét a fent említett kutatások mind alátámasztják a vízilabda sikerességében, fontos hangsúlyozni, hogy a mérkőzésszituációkban végrehajtott mozgások gyakran külső ingerekre adott válaszként indulnak el és valósulnak meg.

2.4.2 Nyílt készségű próbák, avagy az agilitás mérése

A csapatsportágakban a zárt készségű próbák mellett az utóbbi években egyre nagyobb figyelmet kapott az agilitás mérése. Ezen belül a kognitív képességek szerepe is egyre hangsúlyosabbá vált (Farrow és mtsai., 2005; Matlák és mtsai., 2016; Matlák és mtsai., 2024; Scanlan és mtsai., 2014; Sekulic és mtsai., 2017; Sheppard és mtsai., 2006; Young & Willey, 2010). Ezt a tendenciát támasztja alá Sekulic és mtsai. (2016) vizsgálata is, amelyben öt vízilabdaedzőt kértek fel arra, hogy – a mérkőzés eredményétől függetlenül – rangsorolják a játékosokra vonatkozó legfontosabb teljesítménymutatókat. Az eredmények szerint az agilitás mind támadó-, mind védekező-helyzetekben kiemelkedő jelentőségű tényező a sokoldalúság és az elsődleges poszton mutatott hatékonyság mellett.

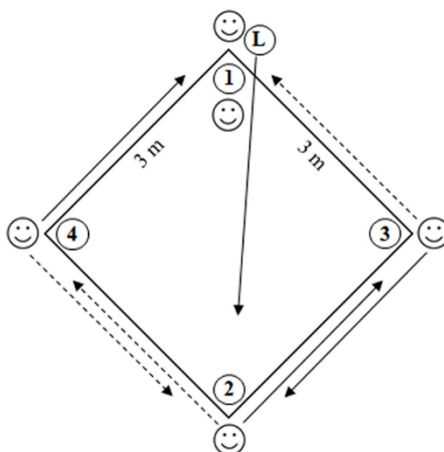
Falk és mtsai. (2004) vizsgálatukban a nemzeti válogatottba beválogatott és nem bekerült vízilabdajátékosok motoros képességeit, technikai készségeit, valamint játékintelligenciáját hasonlították össze két éven keresztül (kiindulási időpont, első évi mérés, második évi mérés). Megfigyelték, hogy a beválogatott játékosok mindhárom mérési időpontban jobb eredményeket értek el az úszástesztekben, a labdával való cselezést tesztelő tesztben és a kognitív képességeket is magában foglaló játékintelligenciában, mint azok a játékosok, akik nem kerültek be a nemzeti csapatba. A vízből kiemelkedés feladatban azonos teljesítményt nyújtottak, míg a távolsági dobás során a kiválogatott játékosok nagyobb mértékű fejlődést mutattak a három mérés során. A lepattanás nélküli üreskapura történő góllövés próbában nem volt különbség a beválogatott és nem beválogatott játékosok között, amit a kapus nélküli helyzet sajátosságával magyaráztak, mivel ez befolyásolhatta a lövési teljesítményt. A szerzők azt javasolták, hogy a tesztelésbe olyan mérkőzésszituációhoz hasonló elemek beépítése is szükséges, amelyek gondolkodási folyamatokat is tartalmaznak (Falk és mtsai., 2004).

Az agilitás és a sportágspecifikus kognitív képességek fontosságának felismerése ellenére a szakirodalomban kevés kutatócsoport foglalkozott nyílt készségeket tartalmazó

agilitásteszték kifejlesztésével a vízilabdában (Dong és mtsai., 2021; Tucher és mtsai., 2014; Tucher és mtsai., 2015; Tucher és mtsai., 2016; Tucher és mtsai., 2021). Ezekben a tesztekben a válaszreakció nem automatizált vagy begyakorolt, hanem a sportolóknak környezetükben levő érzékszervi ingerekre kell reagálniuk (Cox, 2002; Sheppard & Young, 2006).

Tucher és mtsai. (2014) voltak az elsők, akik a Sheppard és Young (2006) által megfogalmazott agilitás fogalmát alapul véve kifejlesztették az első agilitástesztet a vízilabdában, amely a funkcionális agilitásteljesítmény-teszt nevet kapta (*Functional Test for Agility Performance*, továbbiakban: FTAP). A próba sematikus ábrázolása a 2. ábrán látható. A próba nagy intenzitású, rövid időtartamú hely- és helyzetváltoztatásokat tartalmazott, amelyeket a vizsgált játékosnak a segítők által irányított és végrehajtott labdaátadások irányára reagálva kellett úsznia, ezáltal biztosítva a mozgások véletlenszerűségét. A mérési protokoll egy 3×3 méteres négyzet alakú pályán belül zajlott, mind a négy sarkában egy-egy vízilabdával. A vizsgált játékos a teszpályán belül az egyik sarokban rögzített labdát érintve lebegő mozgást végzett (ez volt a kezdőpozíció). A pályán kívül a négy saroknál négy segítő helyezkedett el lebegő pozícióban (1–4). A teszt akkor indult, amikor a tesztelt játékos levette kezét a labdáról és elindult a pálya közepe felé. Ezt észelve az 1-es segítő (1) – aki közvetlenül a tesztelt játékos mellett helyezkedett el – átdobta a kezében lévő ötödik labdát a vele szemben lévő 2-es segítőnek. A labda elkapását követően a 2-es segítő a labdát vagy a 3-as, vagy a 4-es segítőnek passzolhatta tovább, mivel átlós passzolás az 1-esnek már nem volt megengedett. A vizsgált játékosnak azonnal arra a sarokra kellett úsznia, ahová a labda érkezett, és a bójában elhelyezett vízilabdát bármely testrészével a pályán kívülre juttatnia. Például, ha a 2-es segítő a 4-eshez passzolt, akkor a vizsgált játékosnak a 4-es sarokhoz kellett úsznia és a bójában levő labdát eltávolítania. Ezután a 4-es segítő tovább passzolta a labdát, de csak az 1-es vagy 2-es segítőnek volt lehetősége ezt megtenni. Amennyiben a labda újra a 2-es segítőhöz került, a vizsgált játékosnak ismét a 2-es sarokhoz kellett úsznia és a bójában elhelyezett labdát a pályán kívülre juttatnia. Mivel a tesztprotokoll értelmében mindössze két érvényes passzolási lehetőség állt rendelkezésre, a teszt a második labda eltávolításával véget ért. Fontos megjegyezni, hogy a vizsgált játékos nem rendelkezett előzetes ismeretekkel a passzolási sorrend protokolljáról; a passzok véletlenszerűen lettek kiválasztva és minden ismétlésnél eltérőek voltak. A teszt

megbízhatónak bizonyult (egyénenként számolt CV: 6–7%, sorozatok közötti ICC: 0,88). A szerzők megítélése szerint a próba jellemzői alapján elsősorban védekezési szituációk gyakorlására és értékelésére alkalmas, kevésbé pedig támadási helyzetek modellezésére vagy elemzésére (Tucher és mtsai., 2014).



2. ábra. A „*Functional Test for Agility Performance*” (funkcionális agilitásteljesítményteszt) próba sematikus ábrázolása (Tucher és mtsai., 2014 nyomán)

Megjegyzés: Mosolygó arcok: tesztelő játékosok; 1–4: lebegő vízilabdák a pálya 4 sarkában, amelyeket a tesztelt játékosnak a teszt során pályán kívülre kell helyeznie; L: labda; Teljes vonalú nyilak: a labda passzolási iránya a teszt folyamán; Szaggatott nyilak: a labda további lehetséges passzolási iránya a teszt folyamán.

Mivel a szerzők a mérések megbízhatóságát 15 fővel, kétéves sportági tapasztalattal rendelkező játékosokon végezték, egy újabb vizsgálatban Tucher és mtsai. (2015) ismét lefolytatták a méréseket 42 fő bevonásával, akik versenyzői szinten sportoltak és legalább öt éves sportági tapasztalattal rendelkeztek. Az eredmények ebben az esetben is megbízhatónak bizonyultak (egyes próbákra vonatkozó átlagos CV: 6%, sorozatok közötti ICC: 0,87).

Az FTAP-próba szenzitivitását és érvényességét egy évvel későbbi kutatásukban vizsgálták Tucher és mtsai. (2016), három részre osztva tanulmányukat. Az első részben a protokoll érzékenységét, a második részben az FTAP-próba és a Rechichi és mtsai. (2000) által kifejlesztett sprint/agilitás teszt közötti korrelációt, míg a harmadik részben a versenyzési szint és az életkor szerinti (G1-től G3-ig, ahol G1: legfiatalabb és tapasztalatlanabb vs. G3: legidősebb és legtapasztaltabb játékosok) érvényességet mérték.

Az első részben az FTAP-teszt két időpontban mért eredményeit hasonlították össze (kezdeti: $4,35 \pm 0,12$ mp és végső: $4,02 \pm 0,10$ mp) és megállapították, hogy a visszamérés során a végrehajtás szignifikánsan gyorsabb volt. A második részben a két teszt közötti korreláció nem mutatott szignifikáns kapcsolatot, ami alátámasztotta a teszt diszkriminatív validitását, azaz hogy az FTAP-próba eltérő konstruktumot mér, mint a Rechichi és mtsai. (2000) által fejlesztett sprint/agilitáspróba. A harmadik részben 65 versenyzőszintű vízilabda-játékost vizsgáltak. Szignifikáns különbségek voltak a G1 és G3 ($p < 0,001$) valamint a G2 és G3 ($p = 0,008$) csoportok között. Eredményeik alapján levonható, hogy az FTAP-protokoll megfelelő szenzitivitással és érvényességgel rendelkező agilitáspróba, amelynek jelentős eleme a döntéshozatal gyorsasága és hatékonysága (Tucher és mtsai., 2016).

Az FTAP-próba eredményei alapján Tucher és mtsai. (2021) egy ötszintes teljesítményosztályozási rendszert dolgoztak ki az agilitás mérésére, amely lehetőséget nyújt különböző szintű vízilabdázók képességeinek objektív értékelésére és fejlődésük hosszú távú nyomon követésére. Az FTAP teszt során elért eredmények alapján a játékosokat az alábbi kategóriákba sorolták: kiváló ($\leq 3,22$ mp), nagyon jó (3,23 – 4,48 mp), jó (4,49 – 4,76 mp), fejlődés alatt álló (4,77 – 5,11 mp) és tanulási fázisban lévő ($\geq 5,12$ mp). Az életkor, az edzésben eltöltött évek száma és a heti edzésgyakorlás csökkenő tendenciát mutatott a teljesítményszintek között. A nemzetközi szintű játékosok jellemzően az első két csoportban szerepeltek, a nemzeti szintű játékosok a középső kategóriába tartoztak, míg a regionális szintű játékosok többsége a legalacsonyabb teljesítményszintű csoportba sorolódott (Tucher és mtsai., 2021).

Mivel a vízilabdában a fent említett FTAP-próbán kívül nem álltak rendelkezésre olyan protokollok, amelyek kognitív képességeket is igénylő irányváltásokat mértek volna, ezért Dong és mtsai. (2021) fényjelzés alapú tesztek fejlesztettek ki, amelyek megbízhatósági és érvényességi vizsgálatát végezték el. Fontos megjegyezni, hogy néhány kritikai észrevételt is megfogalmaztak az FTAP-protokollal kapcsolatban: a feladat indításának és leállításának a szabályai nem egyértelműek, a tesztelő játékosok egymás közötti passzolása növelheti a mérési eredmények variabilitását, a 3×3 méteres pálya testre szabása megnehezíti a széleskörű alkalmazást, és végül a próba nem képes teljes mértékben modellezni a mérkőzészituációk figyelem igényeit, mivel azok nem csupán labda utáni úszásból állnak.

Vizsgálatukban kétféle tesztváltozatot dolgoztak ki: a vízben megállás-indulás (*in-water Stop and Go* - SG) és a vízben kiugrás-indulás (*in-water Jump and Go* - JG) protokollokat, amelyek mind előre meghatározott irányok alapján (SG-COD, JG-COD), mind külső ingerre reagálva (SG-AGIL, JG-AGIL) kerültek végrehajtásra. A „*Stop and Go*” típusú feladatok eltérő fényingerekre ismétlődő megállásokat és indulásokat tartalmaznak, a vizsgált személy feladata pedig a fényingerekre adott minél gyorsabb és helyesebb reakció. A „*Jump and Go*” típusú próbában a vizsgált személy vízből történő kiemelkedést követően a fényingereknek megfelelő irányba mozog. Az új próbákat az FTAP-protokollal is összehasonlították. Az SG-AGIL-teszt során a vizsgált játékosnak a tesztpályán oda-vissza úszva, a kiindulóponttól 2,5 – 3 – 2,5 méter távolságban lévő, egy kötélen rögzített három különböző színű vízilabdasapka (amelyekben vízilabda volt) közül kellett érintenie azt, amelyik színe felvillan a sapkákkal szemben levő képernyőn. Az inger (a felvillanó fény színe) minden esetben a kiindulóponthoz való visszaérkezést követően jelent meg. A vizsgált játékosnak összesen négy oda-visszaúszást kellett végrehajtania a tesztpályán. A teszt akkor fejeződött be, amikor a negyedik ismétlés során megérintette a céllabdát, majd visszaúszva a kiindulóponthoz ismét érintette azt.

A JG-AGIL teszt során két vízilabdasapkát (amelyekben vízilabda volt) rögzítettek egymástól öt méterre egy kötélpályán, két méterre a faltól, szemben egy képernyővel. A teszt során a képernyőn megjelenő szín alapján a vizsgált játékosnak a megfelelő labdát kellett megérintenie, majd visszaúsznia és érintenie a kiindulóponton levő céllabdát. Az inger (a felvillanó fény színe) itt is minden esetben a kiindulóponthoz való visszaérkezést követően jelent meg. A vizsgált játékosnak összesen három oda-visszaúszást kellett végrehajtania a tesztpályán. A teszt akkor fejeződött be, amikor a harmadik ismétlés során megérintette a céllabdát, majd visszaúszva a kiindulóponthoz ismét érintette azt.

A két kifejlesztett próba – az agilitás és az előre meghatározott inger alapú változat – magas vagy nagyon magas megbízhatóságot mutatott (ICC: 0,76 – 0,95), és a vizsgált korosztályok (senior, junior, ifjúsági) között szignifikáns különbségek voltak. Ezzel szemben az FTAP-teszt mérsékelt megbízhatóságot mutatott (ICC: 0,57), és nem bizonyult alkalmasnak játékoszintek differenciálására. Eredményeik alapján megállapították, hogy saját tesztjeik megbízhatóak és érvényesek, valamint széles körben alkalmazhatók. Ezzel szemben az FTAP-protokoll érzékenysége és a játékoszintek

közötti különbségek kimutatására való alkalmassága megkérdőjelezhető volt (Dong és mtsai., 2021).

Összességében elmondható, hogy a jelenlegi fejezetben bemutatott tanulmányok megbízható és érvényes tesztprotokollokat dolgoztak ki az agilitásteljesítmény mérésére, amelyek alkalmasak voltak különböző szintű játékosok elkülönítésére. Ugyanakkor, a szakirodalom alapján megfigyelhető, hogy a vízilabdában a zárt készségű feladatok terjedtek el jobban, amit részben az ismeretlen ingereket tartalmazó feladatok alkalmazásának nehézségei, részben pedig a kiegészítő eszközök standardizálásának problémái indokolnak. Ezeknek a mérési eljárásoknak a legnagyobb kihívását a módszertani kritériumoknak (mint például a standardizáltság és az ismételhetőség) való megfelelés jelenti, mivel a víz alatti környezet dinamikus jellege megnehezíti azok biztosítását, valószínűleg csökkentve ezzel a próbák pontosságát.

2.5 A védekezés- és támadásspecifikus agilitáspróbák közötti különbségek

Bár a vízilabdában már léteznek sportágspecifikus agilitáspróbák, a támadó- és védekezőjáték szempontjainak elkülönítése ez idáig nem valósult meg, ezért ezek a protokollok általános érvényű módszerként alkalmazhatók. Annak ellenére, hogy ez a témakör jelenleg is alulreprezentált a sportágban, más csapatsportágak már alkalmazzák ezt a megkülönböztetést, és a támadó- valamint védekezésspecifikusságra fókuszálva fejlesztettek ki agilitásteszteket (Bradshaw és mtsai., 2011; Fox és mtsai., 2014; Rayner & Young, 2015; Young & Murray, 2017).

Bradshaw és mtsai. (2011) három különböző technikával végrehajtott támadásspecifikus agilitáspróbának az irányváltási sebességét vizsgálták ausztrál futballjátékosoknál és elemezték a védők reakciósebességét és pontosságát a videófelvételek alapján. A vizsgált technikák közé tartozott az oldalirányú lépés, a csúsztatás (irányváltások sorozatos oldalirányú lépésekkel), valamint az osztott lépés (kis ugrással végrehajtott irányváltás, ahol a lábak vállszélességben érkeznek talajra). Eredményeik alapján az oldalirányú lépés volt a leggyorsabb technika, de a védők számára kevésbé megtévesztő, mint a másik két technika, ami azt jelenti, hogy az egyes támadó technikák eltérő hatással vannak az irányváltás sebességére és a védekezők reakciójára (Bradshaw és mtsai., 2011).

Fox és mtsai. (2014) öt fajta támadásspecifikus agilitástechnikát vizsgáltak, amelyeket a végrehajtott manőverek alapján elemezték három nemzetközi netball-

mérkőzés videófelvevételein. Az alkalmazott technikák Bradshaw és mtsai. (2011) által kifejlesztett manőverek kiegészítéseként kerültek meghatározásra. A vizsgálat eredménye szerint a középső és támadó pozíciókban játszó játékosok gyakrabban hajtottak végre manővereket, mint a védekező poszton szereplők, ami arra utal, hogy ezek a manőverek fontos szerepet töltenek be a támadójátékban. Emiatt külön figyelmet kell fordítani ezen technikák gyakorlására azokon a posztokon, ahol a támadójáték dominál. A végrehajtott manőverek típusa nem befolyásolta az eredményességet, amelyet valószínűleg más egyéb tényezők, mint a pályán való elhelyezkedés, a védő játékosok jellemzői vagy az időkorlátok magyarázhatnak (Fox és mtsai., 2014).

Rayner és Young (2015) vizsgálatában támadó és védekező agilitástesztet, az irányváltoztatási képességet mérő tesztet, valamint laterális és vertikális reaktív erőmérő tesztet alkalmaztak. Céljuk a támadó és védekező agilitás közötti korreláció mértékének, valamint ezek más pályatesztekkel való kapcsolatának meghatározása volt. Az agilitásteszt során egy 13×13 méteres pályán a résztvevők tíz egy-egy elleni próbát teljesítettek, ahol két tesztelő (ellenfél) váltakozva lépett fel támadó vagy védekező szerepben. Az volt a feladat, hogy a játékosok a pálya elhagyása nélkül próbálják legyőzni ellenfelüket: a támadónak el kellett kerülnie a védőjátékos érintését, szerelését és átjutnia az ellenfél térfelére, míg a védő célja az volt, hogy megállítsa a támadót. A teljesítményt nulla és három közötti skálán értékelték, ahol nulla pontot kaptak a leggyengébb teljesítményért (például, ha a támadó nem jutott át a felező vonalon, vagy a védő nem tudta megállítani a támadót), míg három pont járt a teljes sikerért (például, ha a támadó sikeresen kijátszotta a védőt). Az eredmények alapján a támadó és védekező agilitás között erős korrelációt állapítottak meg ($r = 0,67$, $p = 0,007$), amely azonban csak 44%-os közös varianciát mutatott, jelezve, hogy a két teszt az agilitás eltérő aspektusait méri. Az irányváltoztatási képességet vizsgáló teszt erős korrelációt mutatott, míg a reaktív erő mérő teszt nagyon erős korrelációt mutatott a támadó agilitással ($r = -0,55$, $p = 0,05$; $r = 0,78$, $p = 0,001$). Ezek az eredmények arra utalnak, hogy a támadó agilitás nagyobb mértékben támaszkodik a fizikai képességekre, mint a védekező agilitás. A támadók számára jellemző, hogy a nagyobb pályaterületeken lendületet tudnak szerezni az irányváltás előtt, míg a védekezés során kisebb oldalirányú lépések és gyors reagálások dominálnak, amelyek korlátozhatják a reaktív erő alkalmazását. Egyértelmű

különbségeik alapján javasolták a játékosok pozíciójuk és szerepük szerinti fejlesztését és mérését (Rayner & Young, 2015).

Young és Murray (2017) által végzett vizsgálat célja a Rayner és Young (2015) által kifejlesztett agilitástesztek 15 × 15 méteres teszt pályán történő alkalmazása, azok megbízhatósági vizsgálata, valamint reaktív erővel való korrelációjuk elemzése. A vizsgálat az agilitásos és mélybeugrásból való felugrás tesztekre vonatkozó tesztelési protokolljai és értékelési módszerei alapján a korábban említett vizsgálatban alkalmazott eljáráshoz hasonló módon zajlott. Az agilitástesztek eredményei jó megbízhatóságot mutattak (ICC: > 0,85, CV < 3%), a tesztalkalmak között nem voltak szignifikáns különbségek és a mérők közötti korreláció pedig nagyon magas volt ($r = 0,997$, $p < 0,001$). A tesztek közötti közös variancia 45%-os volt, ami azt jelzi, hogy a védekező és támadó agilitás viszonylag független készségeket mér. A reaktív erő és az agilitástesztek között erős korrelációkat találtak, különösen a támadó agilitás esetében ($r = 0,73$, $p < 0,001$), ami alátámasztja a gyors láb munkát és a dinamikus reakciókat igénylő mozgások fontosságát az agilitásteljesítményben. Továbbá a kutatás arra a következtetésre jutott, hogy a védekező és a támadó agilitás különböző jellemzőkkel bír, ami valószínűleg a fizikai és kognitív igények eltérő szerepére vezethető vissza (Young & Murray, 2017).

A szárazföldi sportágakban Rayner és Young (2015), valamint Young és Murray (2017) által végzett kutatások újszerű megközelítéssel vizsgálják a védekezés- és támadásspecifikus agilitásképeségbeli eltéréseit. Ezen kutatások rámutatnak, hogy a védő és a támadó szerepek eltérő vizuális információkat használnak reakcióik során. A védő megfigyeli a labdát birtokló támadót, amely vizuális figyelmet vonhat magára, miközben reagálnia kell a támadó megtévesztő mozgásaira. Ezzel szemben a támadó más jelzésekre figyel, és olyan mozgásokat keres, amelyek a védő reakcióját tükrözik (Young & Murray, 2017). A támadó elsődleges célja a védő elkerülése, a pályán való előrehaladás vagy gólszerzés biztosítása. Ha a védő túl lassan reagál, valószínűleg a támadónak sikerül elkerülnie (Young és mtsai., 2015).

Bár a szakirodalomban a támadó- és védekezőspecifikus agilitást segítő játékosok alkalmazásával vizsgálták korábban is (Spiteri és mtsai., 2012; Spiteri és mtsai., 2014), ezek a mérési protokollok csak alacsony mértékben tükrözik a mérkőzés során jellemzően előforduló játéksituációkat, mivel a vizuális információk jelentősen eltérhetnek a valós mérkőzőhelyzetekben tapasztaltaktól. Míg a tesztelés során a vizsgált játékosoknak a

tesztelőre kell reagálnia, addig a mérkőzésen a védők sok esetben nem hajtanak végre egyértelmű mozdulatokat, amíg nem kell reagálniuk a támadó mozgására. Kivételt képezhet ez alól, ha a támadó megtévesztő mozgást végez és arra kényszeríti a védőt, hogy újraértékelje a helyzetet és változtasson a pozícióján (esetleg a „csapda” irányába lépjen). A védekező játékos figyelme arra irányul, hogy olyan helyzetbe kerüljön, amelyben blokkolni vagy szerelni tudja ellenfelét, miközben próbálja anticipálni a támadó kitérő mozgását. A védőhöz képest a támadó más jeleket keres, más vizuális információkat figyel a védővel való párharc megnyerésére (Young & Murray, 2017). Mivel az agilitásteljesítményben jelentős szerepet játszanak a kognitív képességek (Young & Willey, 2010), a támadójáték és a védekezés kognitív összetevőinek eltérő szerepe magyarázhatja a két típusú agilitás specifikus jellemzőit.

A vízilabdában egyedül Tucher és mtsai. (2014) fejlesztette ki a már bemutatott FTAP tesztet (lásd 2.4.2-es alfejezet), amelyet védekezésspecifikus elemeket tartalmazónak vélték (Tucher et al., 2015). Elgondolásukat arra alapozták, hogy a kapu közelében zajló játékhelyzetekben a védekező játékosoknak le kell követni a labda járatását, és figyelniük kell az ellenfél akcióira (Escalante és mtsai., 2011; Lupo és mtsai., 2012; Lupo és mtsai., 2014), mivel a támadó játékosok gyorsan próbálnak passzolni, hogy kicselezzék a védőket (Lupo és mtsai., 2010; Tucher és mtsai., 2015). Ebből kifolyólag kiemelkedő perceptuális képességekre van szüksége a védőjátékosoknak, hogy létszámazonos és emberhátrányos helyzetekben is hatékonyan tudjanak védekezni (Lupo és mtsai., 2010; Lupo és mtsai., 2012; Tucher és mtsai., 2015). Lupo és mtsai. (2012) rámutattak arra, hogy győztes csapatokra jellemzőbb a kevesebb létszámazonos helyzetben vezetett támadás és több a kontratámadás, mint a vesztes csapatoknál. Ez részben annak tulajdonítható, hogy a győztes csapat védőjátékosai képesek labdaszerzéssel megszakítani az ellenfél támadásait, gyors ellentámadásokat indítva. Escalante és mtsai. (2011) a 2008-as Olimpiai Játékok mérkőzéseit elemezve megerősítették azt, hogy a kapus és a védők tevékenysége kiemelkedő szerepet játszott a győztes csapatok sikerességében. Fontos megemlíteni, hogy Tucher és mtsai. (2014) által kifejlesztett próba egy 3 × 3 méteres négyzetben zajlik, ahol a mérkőzésszituációkban megjelenő védekezésspecifikus elemek külön-külön jelennek meg (pl. sarokbójához úszás, labda kipöckölése, visszaúszás pozícióba stb.). Továbbá a teszt időtartama három-hat másodperc, míg a mérkőzés támadóideje 20 és 30 másodperc között mozog, ami szintén

megkérdőjelezi a teszt ökológiai validitását. Míg a támadásspecifikus agilitástesztnek magas intenzitásra törekvő elindulást és az ellenfél váratlan mozgásainak észlelésén alapuló lövési gyakorlatot kell tartalmaznia (Falk és mtsai., 2004), addig egy védekezés-specifikus teszt alapvető követelménye a gólszerzés megakadályozása és a támadójátékos megállítására irányuló törekvés.

A fent bemutatott kutatások alapján a csapatsportok támadó és védekező szerepköreinek követelményei eltérőek, amelyek meghatározzák a specifikus edzésfejlesztési igényeket. Noha ezek a kutatások főként szárazföldi sportágakra vonatkoznak, az alapvető következtetések vízilabdában is alkalmazhatók. A támadók és a védekezők szándékai ellentétesek, ebből kifolyólag a kognitív eltérések – mint például a gólszerzésre irányuló csellel meginduló manőverek vagy a védők és támadók szemmozgásainak esetleges különbségei, mintafelismerés, elővételezés stb. – jelen vannak vízilabdában is. Ugyanakkor a sportág közege és a játék strukturális jellege komoly nehézséget jelent a támadás- és védekezés-specifikus mérkőzés-situációkat modellező tesztek kifejlesztésében.

2.6 A mérkőzésindikátorok szerepe a csapatsportok teljesítményében

A vízilabda-mérkőzéselemzés gyakori vizsgálati terület a szakirodalomban, és több kutatás is foglalkozik ezzel a témával (Escalante és mtsai., 2011; Escalante és mtsai., 2012; Iglesias-Pérez és mtsai., 2017; Lupo és mtsai., 2010; Lupo és mtsai., 2011; Lupo és mtsai., 2012; Lupo és mtsai., 2014; Ordóñez és mtsai., 2015). A mérkőzésteljesítményelemzés fő célja a csapatok erősségeinek és gyengeségeinek vizsgálata, amelyek azonosítása révén javítható, optimalizálható a csapatteljesítmény (Carling és mtsai., 2005; Carling és mtsai., 2008). A teljesítményelemzés egyik hatékony módszere a jegyzőkönyvi elemzés (*notational analysis*), amely sportági környezetben előforduló helyzetek taktikai és technikai elemzésére szolgál (Hughes & Franks, 2004). Kiemelt jelentősége van a mérkőzéselemzés során alkalmazott teljesítménymutatók sportágspecifikus meghatározásának, amelyek 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. Hughes és Bartlett (2002) meghatározása szerint: „A teljesítménymutató olyan cselekvési változók kiválasztása

vagy kombinációja, amelynek célja, hogy a teljesítmény egyes vagy összes aspektusát meghatározza”.

A mérkőzéselemzések többnyire a győztes és vesztes csapatok teljesítményét a sikeresség szempontjából vizsgálják. Az irodalomban egyaránt megtalálhatók rövidebb nemzetközi tornákra (Escalante és mtsai., 2011; Escalante és mtsai., 2012; Escalante és mtsai., 2013; Lupo és mtsai., 2014), illetve teljes szezonokra vonatkozó elemzések is (Iglesias-Pérez és mtsai., 2017; Lupo és mtsai., 2010; Ordóñez és mtsai., 2015; Prieto és mtsai., 2013). A győztes és vesztes csapatok megkülönböztetésére gyakran alkalmaznak támadásspecifikus (például azonos létszámú támadásnál, vagy emberelőnyben történő gólszerzés hatékonyságát mutató indikátorok, gólpasszok száma stb.) és védekezés-specifikus statisztikai mutatókat (például blokkok) (Escalante és mtsai., 2011).

Ordóñez és mtsai. (2015) a spanyol bajnokság három szezonjának 88 alapszakasz mérkőzése alapján osztályozták a csapatokat (győztes csapat: > 3 gólos különbség, kiegyenlített csapatok: különbség ≤ 3 gól, vesztes csapat: < 3 gólos különbség). Eredményeik alapján a győztes csapatok több kontratámadást hajtottak végre, és több lövést adtak le kontratámadásból, ugyanakkor kevesebb támadást és lövést indítottak azonos létszámúban, mint a vesztes csapatok. Eredményeik rámutattak az úszási sebesség, a kognitív képességek (reakcióidő), valamint a védekezésben nyújtott teljesítmény (elővételezés, labdaszerzés) jelentőségére, amelyek mind hozzájárulnak a kontratáadások számának növekedéséhez.

Míg a mérkőzésindikátorok eredményei rávilágítanak a csapatok közötti különbségek jellemzőire és az olyan fejlesztendő technikai faktorokra, mint a kapuralövés vagy a blokkolás, a sportágspecifikus teszteléssel való összefüggések vizsgálata alig kutatott terület a vízilabdában. Annak ellenére, hogy csapatsportágakban, mint például a labdarúgásban, számos kutatás foglalkozott már a mérkőzésen mért fizikai teljesítménymutatók és a teljesítménytesztek közötti kapcsolatok feltárásával (Altmann és mtsai., 2018; Aquino és mtsai., 2018; Buchheit és mtsai., 2010; Castagna és mtsai., 2009; Castagna és mtsai., 2010; Pekas és mtsai., 2016; Rampinini és mtsai., 2007; Rebelo és mtsai., 2014), a technikai és taktikai kulcsteljesítmény-indikátorokkal való összefüggések vizsgálata kevesebb figyelmet kap. Jelenlegi ismereteink szerint mindössze két csapatsportban (rögbi és jégkorong) érhetőek el tanulmányok az irodalomban (Cunningham és mtsai., 2018; Gabbett és mtsai., 2011; Ross és mtsai., 2015;

Smart és mtsai., 2014; Williams & Grau, 2020), amelyek ezen összefüggéseket vizsgálják, azonban eredményeik ellentmondásosak.

Gabbett és mtsai. (2011), Cunningham és mtsai. (2018), valamint Ross és mtsai. (2015) pozitív összefüggéseket mutattak ki rögbiben a magasabb szintű fizikai tulajdonságok és a mérkőzésmutatók között, ami alátámasztja azt, hogy ezen képességek fejlesztése kedvezően befolyásolhatja a mérkőzésteljesítményt. Ezzel szemben Smart és mtsai. (2014) – hasonlóan a fentiekhez – szintén rögbiben, míg Williams és Grau (2020) jégkorongban végeztek vizsgálatokat, amelyek során alacsony korrelációkat találtak a teljesítményteszt és a mérkőzésindikátorok között. Ez különösen figyelemre méltó, tekintettel a két sportág eltérő felszíni sajátosságaira. Noha mindkét kutatócsoport hangsúlyozta, hogy nem minden fizikai paraméter magyarázza kellően a teljesítményt, Smart és mtsai. (2014) a fizikai felkészítő programok specifikus alakíthatóságának fontosságát emelték ki a sikerességhez hozzájáruló tényezőként. Ezzel szemben Williams és Grau (2020) további kutatások szükségességére hívták fel a figyelmet annak érdekében, hogy pontosabban megértsük a sportágspecifikus tesztelés és a mérkőzésteljesítmény eredményei közötti összefüggéseket.

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 (Altmann és mtsai., 2018; Currell & Jeukendrup, 2008). 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 és 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 (Sekulic és mtsai., 2017).

2.7 A szakirodalmi áttekintés összefoglalása

A szakirodalmi áttekintés alapján kijelenthető, hogy az agilitás tesztelése a vízilabdában viszonylag kevésbé kutatott terület. Az agilitás kiemelkedő jelentőségű

képesség, amely szorosan kapcsolódik a mérkőzész helyzetekhez, és magas szintje jelentősen hozzájárulhat a játék sikerességéhez. Az eredmények továbbá rávilágítanak arra, hogy a szárazföldi sportágakban az agilitás tesztelésének módszertana jelentős fejlődésen ment keresztül: az egyszerű irányváltásokat tartalmazó protokolloktól kezdve a komplex, egy-az-egy elleni szituációk elemzéséig. Ezzel szemben a vízilabda területén a korábbi kutatások főként a fizikai teljesítmény vagy egyszerű kognitív képességek (például egyszerű reakcióidő) mérésére koncentráltak, és nem terjedtek ki olyan tesztek kidolgozására, amelyek a mérkőzésszimulációs technikai elemeket – például kapuralövéseket – is tartalmaznának. Az ilyen komponensek hiánya a mérési protokollokban potenciálisan csökkentheti a tesztek validitását, valamint korlátozhatja a sportági mozgásminták komplexitásának hiteles szimulációját. Annak ellenére, hogy a vízi közeg sajátos körülményei megnehezítik a mérési pontosságot, szükséges olyan sportágspecifikus tesztek kifejlesztése, amelyek integrált módon vizsgálják a fizikai, kognitív és technikai tényezőket, és ezáltal próbálnak közelebb kerülni a valós mérkőzésszituációk során tapasztalt követelmények hiteles modellezéséhez.

3. CÉLKITŰZÉSEK

Az értekezés fő célja olyan sportágspecifikus agilitástesztok 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 agilitásképpességet: 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 kapuralövést. 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. Emellett célunk volt megvizsgálni és értelmezni a teljesítményteszt és a mérkőzéseredmények közötti kapcsolatokat fiatal férfi vízilabdázóknál. Ezen célkitűzések korábban közölt sajtó közleményekre épülnek (Fridvalszki és mtsai., 2022; 2024; 2025).

3.1 Kutatási kérdések

- **K1:** Megbízhatóak-e az újonnan fejlesztett agilitásprotokollok a mérők és a sorozatok között?
- **K2:** Képesek-e a megvizsgált sportágspecifikus protokollok eredményei megkülönböztetni az elit- és nem-elit játékosokat?
- **K3:** Képesek-e az agilitásprotokollok alapján számolt kognitív és technikai teljesítménymutatók megkülönböztetni az elit- és nem-elit játékosokat?
- **K4:** Van-e összefüggés a játékosok lövési hatékonysága és az agilitáspróbák végrehajtási sebessége között?
- **K5:** Milyen mértékben magyarázzák a fizikai, kognitív és technikai komponensek az agilitáspróbák teljesítményének varianciáját?
- **K6:** Van-e összefüggés a sportágspecifikus próbák teljesítménye és a mérkőzésteljesítmény-indikátorok között?

3.2 Kutatási hipotézisek

- **H1:** Az agilitásprotokollok magas mérő- és sorozatközi megbízhatóságot mutatnak.

- **H2:** A fő tanulmányban megvizsgált sportágspecifikus protokollok képesek megkülönböztetni az elit- és nem-elit sportolókat.
- **H3:** A kognitív és technikai teljesítménymutatók képesek megkülönböztetni az elit- és nem-elit sportolókat.
- **H4:** A lövési hatékonyság negatív kapcsolatban áll az agilitáspróbák végrehajtási sebességével, azaz a gyorsabb végrehajtás alacsonyabb lövési hatékonysággal társul.
- **H5:** Az agilitáspróbák teljesítményét nagyobb mértékben magyarázzák a kognitív és a technikai komponensek, mint a fizikai komponensek.
- **H6:** A sportágspecifikus próbák teljesítménye szignifikáns összefüggést mutat a mérkőzésteljesítmény-indikátorokkal.

4. MÓDSZEREK

4.1 A vizsgálatok egymásra épülésének logikai felépítése

Jelen dolgozatban a vízilabda sportágspecifikus tesztelésének komplexitását két vizsgálaton keresztül mutatjuk be (Fridvalszki és mtsai., 2022; 2024; 2025). Első vizsgálatunk egy előtanulmány volt, amelyben egy támadáspecifikus 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 mérkőzésszituációkra jellemző fizikai, kognitív és technikai aspektusokat. A fő tanulmányban a próbák közötti kapcsolatrendszert, valamint az új agilitáspróbák konstrukcióját, és kritériumértékességét 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 Helsinkai Nyilatkozat humán vizsgálatokra vonatkozó előírásainak megfelelően zajlottak.

4.2 A vizsgálati személyek

A vizsgálatokban olyan egészséges, fiatal férfi vízilabdázók vettek részt, akik legalább öt év versenytapasztalattal és érvényes versenyengedéllyel rendelkeztek, valamint heti legalább négy edzésen rendszeresen részt vettek. A mérések előtt valamennyi résztvevő, valamint törvényes képviselőjük szóbeli és írásbeli tájékoztatást kapott a vizsgálat menetéről, a lehetséges kockázatokról és várható előnyökről. A részvételhez a törvényes képviselők írásos beleegyezése szükséges volt. A beleegyező nyilatkozat mellett további bekerülési feltételt jelentett bármilyen mozgásszervi sérülés, fájdalom vagy szervi betegség teljes hiánya a vizsgálatok időszakában, illetve az azt megelőző három hónapban. Azok a játékosok, akik önbevallásuk alapján betegségről vagy sérülésről számoltak be, kizárásra kerültek.

4.2.1 Az előtanulmány résztvevői

A vizsgálatban tizennyolc fiatal férfi vízilabdázó vett részt (életkor: $15,3 \pm 0,5$ év, testmagasság: $178,0 \pm 5,0$ cm, testtömeg: $69,4 \pm 10,0$ kg), akik az alábbi posztok szerint oszlottak el: három center, négy bekk, öt szélső, öt hátsó átlövő és egy kapus. A résztvevők elsőosztályú bajnokságban szerepeltek.

4.2.2 A fő tanulmány résztvevői

Negyvennégy fiatal férfi vízilabdázó vett részt a vizsgálatokban, akik két sportegyesületből kerültek kiválasztásra (életkor: $16,04 \pm 0,6$ év; testmagasság: $181,4 \pm 6,1$ cm; testtömeg: $74,3 \pm 10,9$ kg). A résztvevőket két csoportra osztottuk: elit csoportra (országos bajnokság első osztályában szereplő játékosok) és nem-elit csoportra (regionális bajnokságban szereplő játékosok). Kapusok nem vettek részt a vizsgálatokban. Az adatfeldolgozás során hat játékos került kizárásra: négyen nem vettek részt az összes mérésen, míg két játékos adatai szélsőségesen kiugró értékeket mutattak. Ennek eredményeként az elit csoportban 20 játékos maradt (13 szélső, 7 center-bekk játékos), míg a nem-elit csoportban 18 játékos volt (14 szélső, 4 center-bekk játékos).

A mérési protokollok és a mérkőzésteljesítmény-indikátorok közötti kapcsolat vizsgálatához bekerülési kritériumként az adott szinten a 2023/2024-es versenyszezon összes mérkőzésének legalább 66,6%-án való részvételt, valamint – az edzői visszajelzések alapján – minden mérkőzésen legalább két negyednyi játékidőt határoztunk meg. Tizenegy fő került kizárásra protokollhiány, illetve kiugró értékek miatt. Mivel az elit- és nem-elit csoportok között nem volt kimutatható szignifikáns különbség a mérkőzésindikátorok tekintetében (az adott szinteken), a két csoport összevonásra került és az eredmények egy közös minta alapján kerültek feldolgozásra, értelmezésre. A játékosokat posztok szerint 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), elsődleges taktikai szerepük alapján kategorizálva, amely tükrözi a játékon belüli eltérő két fő pozíciót (centrum- és szélső tengelyek) (D'Auria & Gabbett, 2008; Smith, 1998). Ez az osztályozás lehetővé tette számunkra a teljesítménytesztek és a mérkőzésmutatók közötti kapcsolatok pozícióspecifikus feltárását.

4.3 Vizsgálati protokoll

A vizsgálatok megkezdése előtt minden résztvevő és edző külön alkalommal részletes tájékoztatásban részesült, amely során számos videó bemutatásával ismertettük az adott vizsgálatban alkalmazott protokollokat. Mivel a vizsgálatok egyik alappillére a gyakorlatokban megnyilvánuló nyílt készség és az agilitás mozgásanyag kritériumrendszere, ezek alapszintű elsajátítása kiemelt prioritást kapott. Ennek érdekében a tesztnapokon a videók újra bemutatásra kerültek a mérések előtt, továbbá a tesztprotokollokkal kapcsolatos ad hoc kérdésekre adott pontos válaszokkal igyekeztünk biztosítani a feladatok végrehajtására vonatkozó elvárások megfelelő szintű ismeretét. Ezen kívül minden résztvevőt megkértünk, hogy a mérések előtti 24 órában ne végezzen magas intenzitású fizikai megterhelést, továbbá hangsúlyoztuk, hogy a mérések előtt legalább 90 perccel már ne étkezzenek.

A vizsgálatok zavartalan végrehajtása érdekében a civilek medencetérbe való bejárásának akadályozása minden vizsgálatunkban megtörtént. Az első vizsgálat során az öltözőt két részre osztottuk: egyik rész a medencetérbe való belépéshez, a másik a teszt utáni kijáráshoz szolgált. A tesztgyakorlatok során mindig két játékos tartózkodott a medencében: az egyik a bemelegítést végezte, míg a másik a tesztet hajtotta végre, a többi résztvevő pedig öltözőben várakozott, akikre dedikált személyzet figyelt. A második vizsgálat esetében a nyílt készségű tesztek végrehajtása alatt a vizsgálatvezető gondoskodott a tesztet még nem végrehajtó résztvevők várakoztatásáról.

Mindkét vizsgálatban a méréseket tapasztalt értékelők végezték, akik teljeskörűen ismerték a protokollok eljárásait és az alkalmazott feladatokat. A végrehajtási idők rögzítése manuálisan történt két stopperóra (CHRO108, Tremblay, Gleizé, Franciaország) használatával. Az összeférhetlenség elkerülése érdekében a mérők a mérések során sem egymással, sem más munkatársakkal nem léphettek kapcsolatba. Emellett a teljesítmény befolyásolásának elkerülése érdekében, a tesztelési szakasz alatt a játékosok nem kaptak visszajelzést időeredményeikről.

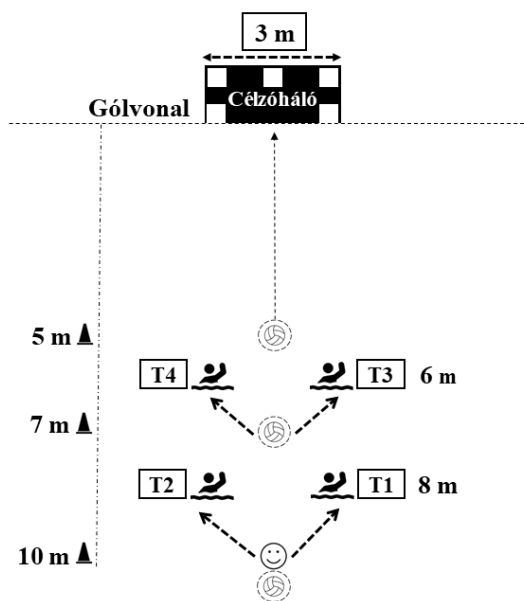
Az alábbi alfejezetekben bemutatott módszertani eljárások korábban közölt saját közlemények leírásain alapulnak (Fridvalszki és mtsai., 2022; 2024; 2025).

4.3.1 Az előtanulmány vizsgálati protokollja

A méréseket novemberben, a versenyzidőszak első felében végeztük egy hivatalos versenymedencében kijelölt 10×3 méteres területen. Három úszóbójasort helyeztünk el, tíz méteres, hétméteres és ötméteres távolságra a kapu vonalától; mindegyikre egy-egy vízilabdát erősítve. A próba sematikus ábrázolását a 3. ábra mutatja. Az eszközök stabilitásának biztosítása és a labdák elmozdulásának megakadályozása érdekében a bójákat öt kilogrammos gumiborítású súlyokkal rögzítettük a medence aljához. A lövési pontosság mérésére a kapu felületén rögzített öt darab $30,44 \times 30,44$ cm méretű négyzet alakú kivágást tartalmazó célzóhálót alkalmaztunk, a korábbi vizsgálatokban (Royal és mtsai., 2006; Stevens és mtsai., 2010) leírt eljárásokhoz hasonlóan. A célzóháló alkalmazása lehetővé tette a lövési hatékonyság standardizált mérését, amely elfogadott módszer a játékosok lövési teljesítményének értékelésére.

A mérések lebonyolításában négy, több mint tíz éves tapasztalattal rendelkező fiatal játékos vett részt tesztelőként, akik a teszt során a vizsgált játékosnak adták a jelzéseket. A tesztelők négyzet alakban helyezkedtek el a kijelölt zónában: T1 és T2 az első sorban 8,5 méterre, míg T3 és T4 a második sorban hat méterre a kaputól. A közöttük levő távolság mindkét sorban három méter volt. A teszt kezdőpontja a kaputól tíz méterre elhelyezett bójánál volt. A vizsgált játékos, a tesztelők, valamint a bójasorok pozíciójának biztosításához a parton elhelyezett bójákat használtunk, amelyekkel minden végrehajtás előtt ellenőriztük a bóják, a vizsgált játékos és a tesztelők pozícióját. A tesztek során a célzóháló megfelelő állapotának biztosításáért egy külön kijelölt játékos felelt, aki nem vett részt a vizsgálatban. A tesztelőknél folyamatos szünet volt biztosítva a medenceparton, a mérkőzés-specifikus ingerek precíz kivitelezésének fenntartása érdekében.

A mérések ötször lettek megismételve (három gyakorló próba és két időmért éles kísérlet), az ismétlések között három perces pihenővel. A mérések előtt a játékosok a standardizált, ötperces szárazföldi bemelegítést követően tizenöt perces vízi bemelegítést végeztek három blokkban, amelyek úszó gyakorlatokat, labdás technikai feladatokat és lövéseket tartalmaztak. A bemelegítést a csapat edzői vezették, és a folyamatosságát külön dedikált vizsgáló ellenőrizte, annak érdekében, hogy a teszt legfeljebb a vízi bemelegítés befejezését követő öt percen belül kezdődjön.



3. ábra. A támadásspecifikus agilitásteszt (*functional test for offensive agility performance*) sematikus ábrázolása (Fridvalszki és mtsai., 2022 nyomán)

Megjegyzés: T1–T4: tesztelő játékosok; Mosolygó arc: vizsgált játékos; 10 m, 7 m, 5 m: vízibójára rögzített vízilabda; Szaggatott nyíl: vizsgált játékos lehetséges haladási iránya.

4.3.1.1 A támadásspecifikus agilitásteszt módszertani leírása

Ahogy az korábban is említésre került, a vizsgálat egyik kulcseleme a protokoll nyílt jellegének megőrzése és a támadásspecifikus mérkőzésszituáció modellezése volt. A próba alatt kapott ingerek sorrendje ismeretlen volt (csak a vizsgáló személyzet és a tesztelők tudták az alkalmazott protokollokat). A próba célja, hogy a vizsgált játékos a tesztelők ingereinek észlelését követően maximális sebességre törekedve ússzon, manőverezzen a kijelölt bójához, ahol a bójában levő vízilabdát a célzóhálóval borított kapuba lője, majd azonnal reagálva a következő ingerre ússzon tovább, ahol szintén minél rövidebb idő alatt végrehajtott lövés volt a feladat, méghozzá maximális hatékonysággal. Az inger minden esetben a tesztelők közül (T1 vagy T2) és (T3 vagy T4) által tetszőleges karral végrehajtott gyors karlendítés volt. Kiemelendő, hogy a tesztelőknek fokozott figyelmet kellett fordítaniuk a teszt valóságghű természetére, azaz a vízilabda-mérkőzés folyamán előforduló, váratlan egyenes karú lendítésekhez hasonló mozgások megtartására.

A mérés megkezdése előtt a vizsgált játékos lebegő pozícióban volt, háttal a tesztpályának, egyik kezét a kezdőpontot jelölő vízilabdán tartva (3. ábra). A teszt akkor kezdődött, amikor elengedte a vízilabdát, majd a lehető leggyorsabban a pálya felé fordult. Amikor a tesztelők (T1 és T2) észlelték ezt a mozgást, előre megbeszéltek protokoll alapján egyikük karlendítést hajtott végre, amelynek végrehajtója a vizsgált játékos számára ismeretlen volt. A jelzést észlelve, a vizsgált játékosnak maximális sebességre törekedve kellett elúsznia a karját nem lendítő tesztelő mellett, majd megragadnia a hétméteres bójában levő vízilabdát és kapura lőnie. Ezt követően a T3- vagy T4-es tesztelők közül valamelyik, T1-hez és T2-höz hasonlóan, karlendítést hajtott végre. Miután a vizsgált játékos észlelte ezt, ismét el kellett úsznia a karlendítő tesztelővel ellentétes irányba a mozdulatlan tesztelő mellett az ötméteres bójához, megragadnia a bójában levő vízilabdát és a célzózóval borított kapuba lőni. A teszt akkor fejeződött be, amikor kezét elhagyta az öt méternél megfogott vízilabda. Fontos megjegyezni, hogy a tesztelők az ingereket csak egyszer adhatták és a tesztpálya haladási sorrendjében kellett eljárniuk (először a hét méteren álló T1 vagy T2, majd az öt méteren álló T3 vagy T4, például T3 nem előzhette meg T1 tesztelőt). Kiemelendő, hogy amennyiben a tesztelés során hiba merült fel (például a labda kicsúszott a vizsgált játékos kezéből stb.), a teszt újra elvégzésre került a következő résztvevő kísérlete után.

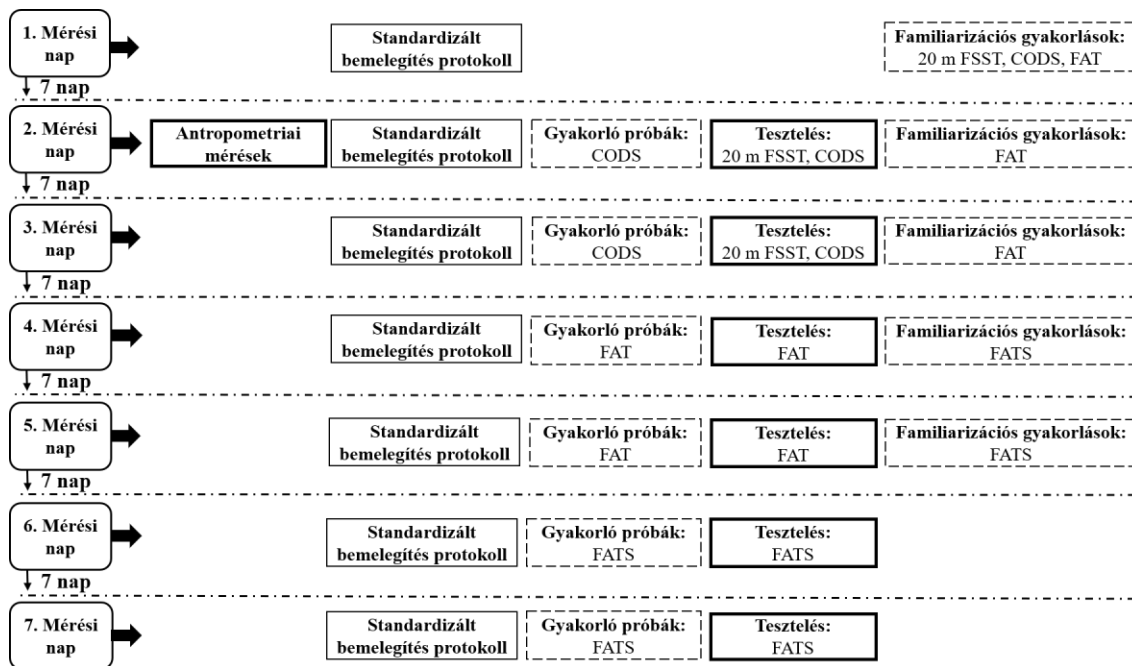
4.3.2 A fő tanulmány vizsgálati protokollja

A mérések versenyszezonban történtek, november és február közepe között. A vizsgálatokat minden esetben a hét első napján (hétfőn) 17:00 és 20:00 óra között végeztük, egységes sorrendben (4. ábra). A méréseket egy 25 méter hosszú, 15 méter széles, hivatalos beltéri versenymedencében végeztük, amelynek víz hőmérséklete standardizált, 27–27,5 °C között volt.

A vizsgálati protokollt szerkezetét és sorrendjét a 4. ábra illusztrálja. Az adatfelvételt megelőzően minden tesztprotokollhoz két familiarizációs alkalmat biztosítottunk. A tesztfeladatok megkezdése előtt a résztvevők egy standardizált bemelegítést végeztek (~20 perc), amelyet a csapatok edzői felügyeltek. A bemelegítés szárazföldi blokkból, majd úszógyakorlatokból, labdás technikai gyakorlatokból és lövés kísérletekből állt. A mérések előtt a résztvevők további két sorozatot hajtottak végre bemelegítés és familiarizáció céljából, kivéve a 20 méteres gyorsúszás tesztet, ahol a bemelegítő próbákat a standardizált bemelegítési protokoll tartalmazta. A játékosok minden próbát

két különböző mérési napon 3–3 sorozatban végeztek, azaz összesen hat (2×3 sorozat) időmért éles kísérlet volt, a mérési napok között mindig hét nap, míg a sorozatok között három perc pihenőidő volt.

A vizsgálati protokoll a következő méréseket tartalmazta a meghatározott sorrend szerint: antropometriai mérés, 20 méter gyorsúszás sprintteszt, irányváltoztatási gyorsaságteszt, funkcionális agilitásteszt, lövéssel kiegészített funkcionális agilitásteszt.



4. ábra. A fő tanulmány sematikus ábrázolása (Fridvalszki és mtsai., 2024 nyomán)

Megjegyzés: 20 m FSST: 20 m gyorsúszás sprintteszt, CODS: irányváltoztatási gyorsaság, FAT: funkcionális agilitásteszt, FATS: lövéssel kiegészített funkcionális agilitásteszt.

4.3.2.1 Antropometriai mérések

A játékosok testméreteinek felvétele a Nemzetközi Biológiai Program által meghatározott eszközökkel és technikákkal történt (Martin & Saller, 1957; Weiner & Lourie, 1969). A hossz méreteket antropométerrel, a szélességi méreteket pedig nagy tapintókörzűvel (DKSH, Switzerland Ltd., Zürich, Svájc) mértük milliméter pontossággal. Az antropometriai méréseket minden esetben ugyanaz a személy végezte, a mérések konzisztenciájának biztosítása érdekében. Az alsó végtag hosszának indikátoraként a csípőmagasságot, a törzs hosszának indikátoraként az ülőmagasságot vettük figyelembe, míg a vállszélességet a két vállcsúcs pontja közötti vízszintes

távolságként mértük. A karfeszítávot a két kéz középső ujjainak távolságaként határoztuk meg, miközben a karokat vállmagasságban párhuzamosan kinyújtották. A tenyérfeszítávot a hüvelykujj és a kisujj csúcsának távolságaként mértük teljesen kinyújtott kéznél. A karhosszt a vállcsúcs és a III. ujj csúcsa közötti távolságként határoztuk meg teljesen kinyújtott kar és kéz mellett. Az APE-indexet a karfeszítáv és a testmagasság arányaként számítottuk ki.

4.3.2.2 A 20 m gyorsúszás sprintteszt módszertani leírása

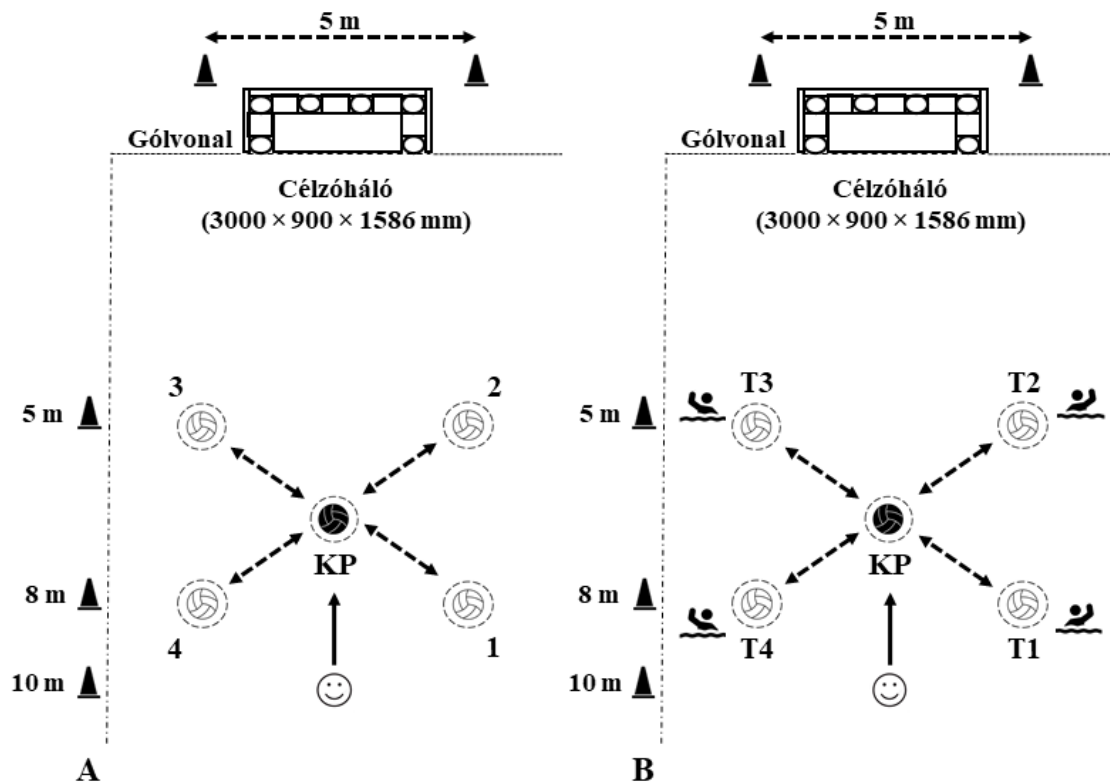
A 20 m gyorsúszás sprintteszt (*20 m freestyle sprint swim test*) (továbbiakban: 20 m FSST) célja az egyenes vonalú maximális gyorsaság felmérése volt. A szakirodalom alapján vízilabdában a sprintúszást leggyakrabban 10 és 20 méter közötti távolságokon mérik (Botonis és mtsai., 2016; Lupo és mtsai., 2016; Uljevic és mtsai., 2013; Uljevic és mtsai., 2014). Ennek módszertanát egy korábbi tanulmány is alátámasztotta (Platanou, 2004), amely a vízilabda-mérkőzéseken végzett nagy intenzitású úszómozgások átlagos időtartamát 10–12 másodperc között határozta meg, amely hozzávetőlegesen 15–20 méter sprintúszásnak felel meg vízből és lebegő pozícióból kiindulva. Fontos azonban kiemelni, hogy egy fiatal játékosokat vizsgáló tanulmány szerint (Lupo és mtsai., 2016) barátságos mérkőzéseken ennél rövidebb átlagos sprinttávolságot állapítottak meg (9–12 m), amely arra utal, hogy a rövidebb távú sprinttesztek jobban tükrözhetik a mérkőzés-specifikus környezetet. Ennek ellenére vizsgálatunkban a 20 méteres sprinttáv alkalmazása lehetővé tette a teljesebb értékelést, mivel hasonló távot fedett le, mint az általunk kifejlesztett funkcionális agilitásprotokollok (~25 m).

A tesztpályát jól látható zöld bójákkal jelöltük meg a rajtvonalnál (0 m) és a célvonalnál (20 m) a medence szélén. A teszt vízből indult, ahol a vizsgált játékos mozdulatlan, lebegő helyzetben helyezkedett el (a falhoz nem érhetett a lábával), és a medence falánál ért véget. A tesztet maximális sebességre törekedve kellett gyorsúszó technikával végrehajtani fejet vízben tartva (a víz alatti delfinmozgás nem volt megengedett). A teszt indítását jelző sípjel elhangzásáig a vizsgált játékosnak teljes testével a rajtvonal mögött kellett elhelyezkednie, majd ezt követően úsznia egész addig, amíg egyik karjával meg nem érintette a medence falát.

4.3.2.3 Az irányváltoztatási gyorsaságteszt módszertani leírása

Az irányváltoztatási gyorsaságteszt (*change of direction speed*) (továbbiakban: CODS) a medence egy 3×5 méteres kijelölt területén végeztettük el, öt méterre egy hivatalos vízilabda-kapu gólvonalától. A pálya sarkait (1–4) és középpontját (KP) úszóbóják jelölték, amelyeket súlyokkal rögzítettünk a medence alján. A sarkokon elhelyezett bójákra vízilabdákat, míg a középső bójára egy kilogrammos medicinlabdát erősítettünk. A vizsgált játékos, a tesztelők, valamint a bójások pozíciójának biztosításához a parton elhelyezett bójákat használtunk, amelyekkel minden végrehajtás előtt ellenőriztük a bóják, a vizsgált játékos és a tesztelők pontos elrendezését.

A mérési protokoll ábrázolása az 5. ábrán látható. A tesztet a vizsgált játékosnak egy előre kijelölt helyen (10 m), lebegő pozícióból kellett kezdeni, teljes testtel a rajtvonal mögött elhelyezkedve. A sípszó elhangzása után a vizsgált játékosnak be kellett úsznia a tesztpálya középpontjához és meg kellett érintenie a bójára erősített medicinlabdát. Ezt követően az 1-es bójához kellett úsznia, megérinteni a vízilabdát, majd azonnal visszatérni a középponthez és ismét érinteni a medicinlabdát. A teszt során a vizsgált játékos feladata az volt, hogy a középpont és a sarokbóják között maximális sebességgel, növekvő sorrendben (a sarokbóják érintése az 1-es bójától a 4-es bója felé haladva) oda-vissza ússzon folyamatos labdaérintéssel. A teszt akkor fejeződött be, amikor minden sarkon levő vízilabdát egyszer megérintett, majd visszaúszott a középponthez, és megérintette a medicinlabdát.



5. ábra. Az irányváltoztatási gyorsaságteszt (A) és a funkcionális agilitásteszt (B) vázlatos ábrázolása (Fridvalszki és mtsai., 2024 nyomán)

Megjegyzés: 1–4: vízibójára erősített vízilabda; Mosolygó arc: vizsgált játékos; T1–T4: tesztelő játékosok; KP: középpont (vízibójára erősített medicinlabda); Szaggatott nyíl: vizsgált játékos lehetséges haladási iránya.

4.3.2.4 A funkcionális agilitásteszt módszertani leírása

A funkcionális agilitásteszt (*functional agility test*) (továbbiakban: FAT) protokollt ugyanazon a pályán végeztük, mint a CODS protokollt (5. ábra). Míg a CODS esetében a résztvevők előzetesen ismerték a mozgásirányokat, addig a FAT-protokoll során a vizsgált játékosnak a tesztelők (T1–T4) által biztosított külső ingerekre történő reagálást követően kellett úsznia a sarkoknál található bójákhoz.

A mérés a CODS-protokollhoz hasonlóan kezdődött: a vizsgált játékos a kezdőpontból (10 m) úszott a középponthez és érintette a rögzített medicinlabdát. Ezt követően az egyik tesztelő (T1–T4) karlendítést hajtott végre, amelyre a vizsgált játékosnak reagálnia kellett a megfelelő bójához történő úszással, a bóján levő medicinlabda érintésével, majd visszatérnie a középponthez és újra érintenie a rögzített medicinlabdát. A lehetséges karjelzések a protokollban a következők voltak: jobb kar, bal

kar vagy páros karemelés. A bal vagy a jobb karlendítések esetében a vizsgált játékosnak a lendítő karral ellentétes irányba kellett úsznia. Például az 5B ábra szerint, ha a T1 tesztelő a jobb karját emelte, a vizsgált játékosnak az ellentétes sarokban levő bójához kellett úsznia (T4). Amennyiben T1 a bal karját emelte, akkor T2 előtti bójához kellett úsznia. Ha viszont mindkét karját felemelte, átlósan kellett úsznia a T3-as tesztelő előtti bójához, megérintve a rögzített medicinlabdát, majd a lehető leggyorsabban visszaúsznia a középponthez. Minden egyes középpontnál rögzített medicinlabda érintésnél egy újabb jelzés következett. A mérés négy jelzést követően ért véget, amikor a vizsgált játékos az utolsó medicinlabda érintése után visszaúszott a középponthez és megérintette a medicinlabdát. A jelzések sorrendje előre meghatározott protokollok alapján történt, amelyek a résztvevők számára ismeretlenek voltak, de minden sorozatban azonosak maradtak. A tesztelők jelzéseinek randomizációját biztosítandó, T1–T4-es tesztelők minden sorozatban más saroknál helyezkedtek el. Fontos megjegyezni, hogy amennyiben a végrehajtás során emberi vagy technikai hiba csúszott a mérési folyamatban (például, ha a vizsgált játékos összekeverte az ingereket és más sarokbójához úszott vagy a labda kiesett a bójából), a mérés a következő játékos után megismétlésre került.

Az irányváltoztatási gyorsaságteszt és a funkcionális agilitásteszt időeredményeiből kiszámoltuk a kognitív deficit értékét (továbbiakban: CD), amely a CODS- és a FAT-protokollok végrehajtási ideje közötti különbséget jelentette ($CD = FAT - CODS$) és a kognitív komponens mutatójaként szolgált, hasonlóan Altmann és mtsai. (2021) által végzett tanulmányhoz.

4.3.2.5 A lövéssel kiegészített funkcionális agilitásteszt módszertani leírása

A lövéssel kiegészített funkcionális agilitásteszt (*functional agility test with shooting*) (továbbiakban: FATS) protokollt ugyanazon a pályán végeztük, mint a FAT-protokollt (5. ábra). A próba felépítése és menete azonos volt a FAT-protokollal, azzal a különbséggel, hogy a vizsgált játékosnak a sarokbójákhoz való kiúszást követően a bójákon elhelyezett vízilabdát érintés helyett a kapu felületén rögzített, hat célólyukkal rendelkező hálón keresztül kellett belőnie. A célzóhálót az Aquawallgym™ (Budapest, Magyarország) készítette és bocsátotta rendelkezésünkre. A mérés során a vizsgált játékosnak négy lövési kísérlete volt. Hasonlóan a FAT-protokollhoz, a tesztelők jelzéseinek randomizálása és a pozíciók rotációja minden sorozatot követően megtörtént. Fontos megjegyezni, hogy noha minden résztvevőnek 4 lövési kísérlete volt, az előtt

vízilabdák helyére a sarokbójákra azonnal újak kerültek, a váratlan helyzet biztosítása érdekében. A mérés akkor ért véget, amikor a negyedik lövési kísérletet követően a vizsgált játékos visszaúszott a középponthoz és megérintette a rögzített medicinlabdát. Amennyiben a mérés során emberi vagy technikai hiba történt (például, ha a vizsgált játékos kezéből kicsúszott a labda vagy a labda kiesett a bójából), a mérés a következő résztvevő után megismétlődött.

A lövés nélküli és a lövéssel kiegészített funkcionális agilitásteszt időeredményeiből kiszámoltuk a technikai deficit (továbbiakban: TD) értékét, amely a FAT- és a FATS-tesztek végrehajtási ideje közötti különbségből adódott ($TD = FATS - FAT$). A technikai deficitet a lövések végrehajtásához szükséges időtartamaként definiáltuk, amely a mozgássor lövések kivitelezéséhez kapcsolódó időbeli többletet reprezentálja. Ennek időtartama átlagosan lövésenként két másodperc volt. Ennek alapján a FATS-protokoll teljesítményét a végrehajtási idő és a lövési hatékonyság alapján is értékeltük úgy, hogy minden kihagyott lövés esetén két másodperces időbüntetést adtunk hozzá az időeredményhez.

4.4 A mérkőzésindikátorok bemutatása

A fő tanulmány kiterjedt mérkőzésindikátorok elemzésére is, amely során nyolc mérkőzésteljesítmény-mutatót vizsgáltunk a 2023–2024-es szezon magyar utánpótláskorú elit- és regionális bajnokságainak 81 mérkőzésére vonatkozó hivatalos jegyzőkönyvi statisztikák alapján. A mérkőzésteljesítmény-mutatók definícióit az 1. táblázat tartalmazza. Az indikátorok kiválasztása korábbi kutatások (Escalante és mtsai., 2011; Escalante és mtsai., 2012; Lupo és mtsai., 2010) alapján történt. Az adatokat külön-külön minden játékos esetében összesítettük, és mérkőzésenkénti átlagértékek formájában jelenítjük meg. Az eredmények a Magyar Vízilabda Szövetség hivatalos, nyilvánosan elérhető adatbázisából származnak (Magyar Vízilabda Szövetség, n.d.), amely a 2023–2024-es szezonra vonatkozó U17-es korosztály elit- és regionális bajnokságainak mérkőzésstatisztikáit tartalmazza. Az adatokat a szövetség munkatársai gyűjtötték és kezelték; kutatócsoportunk saját megfigyelésen vagy jegyzőkönyv-vezetésen alapuló elemzést nem végzett.

1. táblázat. Mérkőzésindikátorok definiálása

(Escalante és mtsai., 2011; Escalante és mtsai., 2012; Lupo és mtsai., 2010 nyomán)

Vizsgált változó	Definíció
Lövések/mérkőzés	Gólszerzésre irányuló lövések mérkőzésenkénti átlagos száma
Lövési hatékonyság (%)	A szerzett gólok százalékos aránya az összes lövési kísérlet számához viszonyítva
Lövési hatékonyság egyenlő játékhelyzetben (%)	Egyenlő helyzetben szerzett gólok százalékos aránya az ebben a helyzetben végrehajtott lövési kísérletek számához viszonyítva <i>(az "egyenlő helyzet" olyan támadójáték-helyzetet jelent, amelyben a támadó játékosok száma megegyezik vagy kevesebb, mint a védekező játékosok száma)</i>
Lövési hatékonyság emberelőnyben (%)	Emberelőnyös helyzetekben szerzett gólok százalékos aránya az ebben a helyzetben végrehajtott lövési kísérletek számához viszonyítva <i>(Az "emberelőnyös helyzet" olyan támadójáték-helyzetet jelent, amelyben egy védekező játékost, szabálytalansága miatt, kizárással büntetik, így a játékos 20 másodpercre elhagyja a pályát, előnyt biztosítva a támadó csapat számára)</i>
Kiállítások/mérkőzés	20 másodperces kiállítást eredményező szabálytalanságok mérkőzésenkénti átlagos száma
Kulcspasszok/mérkőzés	Gólszerzéshez vezető (azt megelőző) átadások mérkőzésenkénti átlagos száma
Labdaszerzések/mérkőzés	A támadó játékosok által az akcióhelyzetekben elveszített labdák átlagos száma mérkőzésenként, amelyet a védekező játékosok elővételezéssel és labdaszerzéssel érnek el
Támadó szabálytalanságok/mérkőzés	A támadó csapat által elkövetett szabálytalanságok átlagos száma mérkőzésenként, amelyek következtében a labda birtoklása átkerül a védekező csapathoz

4.5 Statisztikai analízis

4.5.1 Az előtanulmány statisztikai elemzése

A statisztikai elemzést az SPSS 25.0 szoftverrel (SPSS, Inc. Chicago, IL, USA) végeztük. Az öt sorozatból a két utolsó kísérlet időeredményei kerültek be a statisztikai analízisbe. Az elemzés során az agilitáspróba teljes végrehajtási idejét és a hozzá tartozó lövési hatékonyságot (7 és 5 m) értékeltük. Az eredmények átlag \pm szórás értékekben vannak feltüntetve.

A normál eloszlás feltételt Shapiro–Wilk-teszttel, illetve a ferdeség és csúcsosság értékek alapján ellenőriztük. A mérők közötti, illetve a sorozatok közötti relatív megbízhatóságot az intrakorrelációs koefficiens kiszámításával (ICC) vizsgáltuk egy kétszemponitű vegyes hatású modell (átlagos mérések, abszolút egyetértés) alkalmazásával, a 95%-os megbízhatósági intervallumok (CI) felső és alsó határainak feltüntetésével. A mérőket, illetve a sorozatokat fix hatásként, míg a résztvevőket véletlen hatásként kezeltük. A megbízhatósági számításokhoz használt változó a funkcionális próbák időeredménye volt. Az ICC-értéket jónak tekintettük, ha 0,75 és 0,9 között volt, és kiválónak, ha meghaladta a 0,9 értéket (Koo & Li, 2016). Továbbá számoltunk variációs együtthatót (CV) úgy, hogy kiszámoltuk minden egyes játékos CV-értékét (szórás/átlag \times 100), majd átlagoltuk az egyéni CV-értékeket. A CV-értéket elfogadhatónak tartottuk, ha $<10\%$ (Atkinson & Nevill, 1998).

Bland–Altman-diagramon illusztráltuk a mérők, illetve sorozatok közötti eltérések átlagos mértékét és a hozzá tartozó 95%-os megbízhatósági tartományt. Az ötméteres és hétméteres távolságok közötti lövési pontosságot Wilcoxon-féle előjeles rangpróbával hasonlítottuk össze, továbbá számoltunk esélyességi hányadost (*odds ratio*) a két megvizsgált lövő távolság lövési hatékonyság esélyességének megállapítására az alábbi képlet alapján: $(5 \text{ m gól} \times 7 \text{ m nem gól}) \div (5 \text{ m nem gól} \times 7 \text{ m gól})$.

Spearman-féle rangkorrelációt (r_s) alkalmaztuk az agilitásteszt időeredménye és az öt méter, valamint a hét méter távolságból végzett lövések hatékonysága közötti korreláció nagyságának és irányának meghatározására. A Spearman-féle korrelációs koefficiens skála mértéke a következőképpen alakult: elhanyagolható: $\leq 0,20$; gyenge: $0,21\text{--}0,40$; mérsékelt: $0,41\text{--}0,60$; erős: $0,61\text{--}0,80$; nagyon erős: $\geq 0,81$ (Prion & Haerling, 2014).

Minden esetben az eredményeket $\alpha < 0,05$ értéken tekintettük statisztikailag szignifikánsnak.

4.5.2 A fő tanulmány statisztikai elemzése

A statisztikai elemzéseket az SPSS statisztikai szoftver 29.0 verziójával (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) végeztük. A statisztikai analízisbe a hat sorozatból minden tesztprotokoll esetében a szélsőértékek (a legalacsonyabb és a legmagasabb értékek) elhagyását követően a fennmaradó négy sorozat teljes végrehajtási ideje került bevonásra. A legkomplexebb próba esetében az időeredményekhez tartozó lövési hatékonyságot is rögzítettük. Az eredmények átlag \pm szórás értékekben vannak feltüntetve, illetve a CD és a CODS változók értékeit standardizált (z) értékekre is transzformáltuk.

A normál eloszlás feltételének teljesülését, valamint a mérők, illetve a sorozatok (teszt–reteszt) közötti megbízhatóságot az előtanulmányhoz hasonló módon végeztük. A megbízhatóság értékelése során az ICC-értéktartományokat az előtanulmányban alkalmazott módszertan alapján határoztuk meg. Ezen felül, a CV mellett 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 (Atkinson & Nevill, 1998): $SEM = SD \times \sqrt{1 - ICC}$, 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.

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 $g > 1,3$ (Sullivan & Feinn, 2012). Az eredmények bemutatásában az értékek átlag \pm szórást jelölnek. A szélsőértékek kiszűrése Tukey módszerrel történt (Tukey, 1977).

A két csoport és a sorozatok közötti időeredmény, illetve lövési hatékonyság vizsgálatához faktoriális ismételt mérések 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 sphericitást a Mauchly-teszt segítségével vizsgáltuk Greenhouse–Geisser korrekciót alkalmazva, ahol a sphericitás 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.

A sportágspecifikus próbák mért és számolt mutatói közötti kapcsolatot Pearson-féle korrelációval, valamint egyváltozós lineáris regresszióval vizsgáltuk meg. A korrelációs koefficiens (r) 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: $\geq 0,90$ (Schober és mtsai., 2018).

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: $> 0,47$ (Meissel & Yao, 2024).

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: $\geq 0,81$ (Prion & Haerling, 2014).

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

5. EREDMÉNYEK

5.1 Az előtanulmány leíró és megbízhatósági eredményei

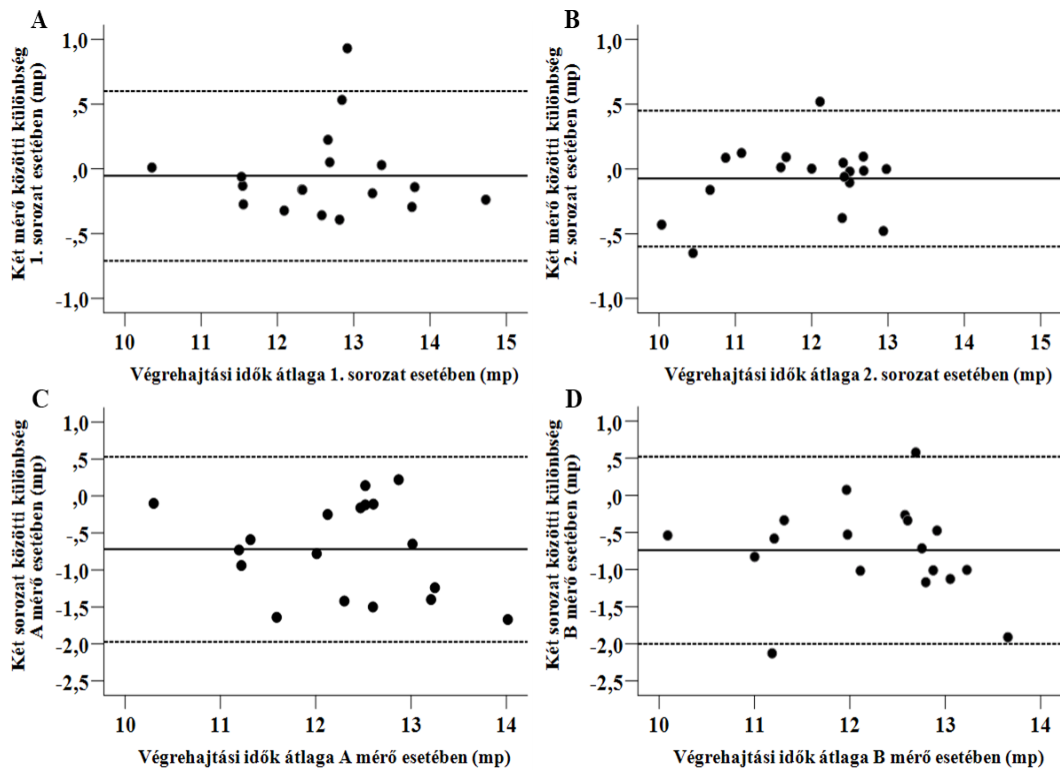
A 2. táblázat az agilitáspróba eredményeit tartalmazza. A két mérő közötti különbség $0,05 \pm 0,33$ mp volt az első sorozatban, míg a második sorozatban $0,07 \pm 0,27$ mp (2. táblázat). A mérők közötti variációs együttható (CV) az első sorozatban átlagosan $0,30 \pm 1,20\%$, míg a második sorozatban $0,40 \pm 1,33\%$ volt. A két mérő közötti (*inter-rater*) megbízhatóság kiválóan bizonyult az első sorozatnál (ICC: 0,97; 95% CI: 0,93–0,99) és a második sorozatnál is (ICC: 0,98; 95% CI: 0,91–0,99).

2. táblázat. Az agilitáspróba méréseinek leíró eredményei fiatal férfi vízilabdázóknál (n = 18) (Fridvalszki és mtsai., 2022 nyomán)

	Mérő A			Mérő B		
	Sorozat 1	Sorozat 2	Átlag	Sorozat 1	Sorozat 2	Átlag
Átlag (mp)	12,6	11,9	12,3	12,6	11,9	12,2
Szórás (mp)	1,0	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0

A sorozatok közötti átlagos variációs együttható (CV) az A mérőnél $4,32 \pm 3,27\%$, míg a B mérő esetében $4,68 \pm 3,14\%$ volt. A sorozatok közötti (*intra-rater*) megbízhatóság jónak bizonyult (ICC >0,75) mind az A mérő (ICC: 0,76; 95% CI: 0,08–0,93), mind a B mérő esetében (ICC: 0,77; 95% CI: 0,08–0,93), bár a 95%-os megbízhatósági tartomány alsó határa jelentősen alacsonyabb a 0,75 küszöbértéknél.

A mérők és a sorozatok közötti különbségeket a Bland–Altman-diagramokat tartalmazó 6. ábra foglalja össze. Az ábrákon a függőleges tengelyen a mérési párok közötti eltérések, míg a vízszintes tengelyen a mérési párok átlaga vannak feltüntetve. Az A és B panelek a két mérő közötti eltérést mutatják az első, illetve a második sorozat között. A C panel a két sorozat közötti különbséget ábrázolja az A mérőnél, míg a D panel ugyanezt a B mérőnél. A folytonos fekete vonal az átlagos különbséget jelöli, a szaggatott vonalak a 95%-os konfidenciaintervallum alsó és felső határait mutatják, amelyek az eltérések random hibáját reprezentálják.



6. ábra. Az agilitáspróba időeredményének átlagos különbségei mérők (A, B), illetve sorozatok között (C, D) Bland–Altman elemzéssel (n = 18) (Fridvalszki és mtsai., 2022 nyomán)

Megjegyzés: Folytonos fekete vonal: átlagos különbség, szaggatott vonal: 95%-os konfidenciaintervallum alsó és felső határa.

A két mérő és a két sorozat eredményei alapján a végrehajtási idő átlagosan $12,3 \pm 0,9$ másodperc volt. A leglassúbb idő 13,8 másodperc, míg a leggyorsabb 10,2 másodperc volt. A végrehajtási idő eredményeit az $\text{átlag} \pm 0,5$ szórás képlet segítségével három kategóriába soroltuk: átlag alatti ($> 12,7$ mp), átlagos (11,7–12,7 mp) és az átlag feletti teljesítmény ($< 11,7$ mp). Ezzel az osztályozással az átlagos teljesítmény egy másodperces tartományt fedett le, és az összes eredmény középső 40%-ába esik (30. és 70. percentilis között). A 13 másodperc feletti teljesítmény nagyon alacsonynak minősült (10. percentilis körüli értékek), míg a 11,2 másodperc alatti eredményeket nagyon magasnak tekintettük (90. percentilis körüli értékek).

5.1.1 A lövési hatékonyság eredményei

A vizsgált játékosok viszonylag alacsony lövési teljesítményt mutattak, magas variabilitással (3. táblázat). Csak egy játékos talált be a hét- és az ötméteres pozícióból az első sorozatban. A második sorozatban hatan nem szereztek gólt függetlenül a távolságtól. A játékosok közel fele (44,4%) 25%-os lövési hatékonyságot ért el, öten (27,8%) 50%-os hatékonyságot, hárman (16,7%) 75%-os pontosságot mutatott, míg két játékos (11,1%) egyik sorozatban sem szerzett gólt. Nem volt olyan játékos, akinek mind a négy lövése sikeres lett volna. Annak ellenére, hogy az öt méterről leadott lövések körülbelül 1,4-szer nagyobb eséllyel voltak sikeresek, mint a hét méterről végzettek, a két távolság közötti hatékonyságban nem volt szignifikáns különbség ($W = 31,0$; $p = 0,162$).

3. táblázat. Hét- és ötméteres távolságból végzett lövések eredményei a két sorozat során fiatal férfi vízilabda-játékosoknál ($n = 18$) (Fridvalszki és mtsai., 2022 nyomán)

Vizsgált játékos	Sorozat 1		Sorozat 2		Lövési hatékonyság (%)		
	7 m	5 m	7 m	5 m	7 m	5 m	összesen
1	✗	✓	✗	✗	0	50	25
2	✗	✗	✓	✗	50	0	25
3	✓	✓	✗	✓	50	100	75
4	✗	✓	✗	✗	0	50	25
5	✗	✗	✗	✓	0	50	25
6	✗	✓	✓	✗	50	50	50
7	✗	✗	✗	✗	0	0	0
8	✗	✗	✗	✗	0	0	0
9	✗	✓	✗	✗	0	50	25
10	✓	✗	✗	✗	50	0	25
11	✗	✓	✗	✓	0	100	50
12	✗	✓	✓	✗	50	50	50
13	✗	✓	✗	✓	0	100	50
14	✗	✓	✓	✓	50	100	75
15	✓	✗	✓	✗	100	0	50
16	✗	✓	✓	✓	50	100	75
17	✗	✗	✓	✗	50	0	25
18	✗	✗	✗	✓	0	50	25
Összegzés	18/3	18/10	18/7	18/7	27,8	47,2	37,5

Megjegyzés: Az ✗ a sikertelen, a ✓ szimbólum pedig a sikeres lövést jelöli.

Mivel az A és B mérők által mért végrehajtási idők között nem mutatkozott jelentős különbség, a korrelációs elemzésben mindkét mérő átlagos végrehajtási idejét felhasználtuk. Nem találtunk szignifikáns korrelációt az első sorozat végrehajtási ideje és a hétméteres vagy ötméteres lövési teljesítmény között ($r_s = 0,19$; $p = 0,458$, illetve $r_s = -0,04$; $p = 0,865$). A második sorozat végrehajtási ideje és a hétméteres lövési hatékonyság között sem kaptunk szignifikáns korrelációt ($r_s = 0,23$; $p = 0,359$), ugyanakkor az öt méterről leadott lövési hatékonyság és a végrehajtási idő között mérsékelt negatív korrelációt figyeltünk meg ($r_s = -0,30$; $p = 0,223$).

5.2 A fő tanulmány leíró és megbízhatósági eredményei

A 4. táblázat a fő tanulmány résztvevőinek antropometriai jellemzőinek leíró statisztikáját tartalmazza versenyszint szerint. Az elit játékosok testtömege, testmagassága, törzshossza és karfesztség nagy hatásnagyságú különbséget mutatott a nem-elit játékosokhoz képest. A többi változóban nem voltak különbségek a két csoport között. A tenyérfesztség és a vállszélesség marginálisan nem különbözött a két csoportban, a hatásnagyság azonban közepes volt; itt is az elit csoportnak voltak magasabb értékei.

4. táblázat. Az antropometriai jellemzők eredményei (átlag \pm szórás) fiatal férfi elit- és nem-elit szintű vízilabdázóknál ($n = 38$) (Fridvalszki és mtsai., 2024 nyomán)

Változók	Elit szint ($n = 20$)	Nem-elit szint ($n = 18$)	p	Hatásnagyság (Hedges' g)
Testtömeg (kg)	79,0 \pm 9,3	70,6 \pm 10,8	0,014*	0,81
Testmagasság (cm)	184,3 \pm 6,2	178,5 \pm 5,0	0,003*	1,02
Törzshossz (cm)	95,5 \pm 3,4	91,7 \pm 2,0	< 0,001*	1,30
Alsó végtaghossz (cm)	103,4 \pm 4,6	101,9 \pm 4,5	0,286	0,34
Felső végtaghossz (cm)	82,4 \pm 3,2	80,0 \pm 2,7	0,017*	0,80
Karfesztség (cm)	190,8 \pm 7,0	183,1 \pm 6,3	0,001*	1,12
Arasz (cm)	23,0 \pm 1,4	22,1 \pm 1,3	0,053	0,63
Vállszélesség (cm)	42,0 \pm 2,5	40,7 \pm 1,5	0,054	0,62
APE index	1,04 \pm 0,02	1,03 \pm 0,02	0,206	0,40

Megjegyzés. APE-index: karfesztség és a testmagasság aránya.

* $p < 0,05$, szignifikáns különbség a két csoport között.

Az alábbiakban a megbízhatósági elemzések eredményeit ismertetjük, először a két mérő közötti, majd a sorozatok közötti megbízhatóság tekintetében. A két mérő közötti megbízhatóságot a hat sorozat vonatkozásában, sorozatonként külön elemeztük. Az eredmények a két mérő között kiváló megbízhatóságot mutattak. A 20 m FSST esetében a hat sorozatban az ICC-értékei 0,948 és 0,976 közötti tartományban voltak (95% CI 0,813–0,988), a CODS esetében 0,994–0,997 (95% CI 0,976–0,998), a FAT-próba során 0,996–0,999 (95% CI 0,990–0,999), míg a FATS esetében 0,935–1,000 (95% CI 0,876–1,000) voltak.

Ezt követően a két mérő mérési eredményeit minden egyes próbánál átlagoltuk, majd a hat sorozatból a legalacsonyabb és legmagasabb értékeket kizártuk az adatelemzésből, így minden résztvevő esetében négy sorozat értékét tartottuk meg. Az 5. táblázat a megvizsgált teljesítménypróbák két mérő átlagos eredményeit mutatja a négy sorozatban. A mérések eredményei alapján megfigyelhető, hogy a próbák komplexitásának növekedésével romlik a végrehajtási idő is.

5. táblázat. Sorozatok átlagos eredményei a két mérő (A és B) összevont mérései alapján fiatal férfi elit- és nem-elit szintű vízilabdázóknál (n = 38) (átlag ± szórás)

Mérők	Sorozatok	20 m FSST (mp)	CODS (mp)	FAT (mp)	FATS (mp)
Mérő AB	Sorozat 1	12,2 ± 0,7	15,0 ± 1,6	22,4 ± 1,8	30,8 ± 2,2
	Sorozat 2	12,2 ± 0,7	15,0 ± 1,7	22,3 ± 1,8	30,4 ± 2,5
	Sorozat 3	12,1 ± 0,8	15,3 ± 1,7	22,3 ± 1,8	29,9 ± 2,6
	Sorozat 4	12,1 ± 0,8	15,3 ± 1,7	22,3 ± 2,1	30,0 ± 3,0

Megjegyzés. 20 m FSST: 20 m gyorsúszás sprintteszt, CODS: irányváltóztatási gyorsaság, FAT: funkcionális agilitásteszt, FATS: lövéssel kiegészített funkcionális agilitásteszt.

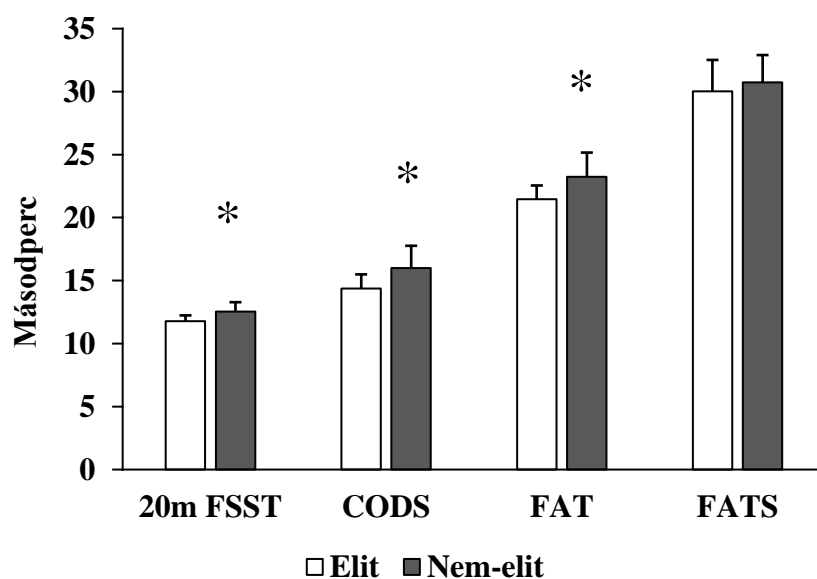
A vizsgált próbák teszt-reteszt megbízhatósági eredményeit a 6. táblázat tartalmazza. Az ICC-értékek kiváló megbízhatóságot mutattak a 20 m FSST, a CODS és a FAT protokollok esetében (ICC: 0,95 – 0,98), valamint jó megbízhatóságot a FATS-próba vonatkozásában (ICC = 0,84). A variációs együttható (CV) minden próbában 5% alatt volt. A legkisebb kimutatható változás (MDC) számításai szerint a 20 m FSST-próbában körülbelül 0,9 másodperc jelenti a szakmailag is értelmezhető változást, míg a CODS-próbában 1,3 másodperc, a FAT-ban 1,8 másodperc, és a FATS-próbában 3 másodperc.

6. táblázat. Sportági teljesítménytesztek teszt-reteszt megbízhatósági eredményei fiatal férfi elit- és nem-elit szintű vízilabdázóknál (n = 38) (Fridvalszki és mtsai., 2024 nyomán)

Tesztek	CV (%)	ICC	ICC 95% CI	SEM (mp)	MDC (mp)
20 m FSST	1,56	0,98	0,96–0,99	0,11	0,92
CODS	2,59	0,98	0,97–0,99	0,23	1,32
FAT	3,14	0,95	0,92–0,98	0,41	1,76
FATS	4,91	0,84	0,73–0,91	1,18	3,01

Megjegyzés. 20 m FSST: 20 m gyorsúszás sprintteszt, CODS: irányváltóztatási gyorsaság, FAT: funkcionális agilitásteszt, FATS: lövéssel kiegészített funkcionális agilitásteszt, CV: variációs együttható, ICC: osztályon belüli korrelációs együttható, CI: konfidenciaintervallum, SEM: mérés standard hibája, MDC: legkisebb kimutatható változás.

A 7. ábra az alkalmazott sportági próbák összehasonlító eredményeit ábrázolja a versenyszint-csoportok szerint. Mind a négy megvizsgált próba adatai mindkét csoport esetében (elit- és nem-elit) normál eloszlásúak voltak. Az elit szintű játékosok nagy hatásnagysággal szignifikánsan gyorsabban teljesítették a 20 m FSST ($t(36) = -3,819$; $p < 0,001$; $g = 1,25$), a CODS ($t(36) = -3,320$; $p = 0,003$; $g = 1,08$) és a FAT ($t(36) = -3,486$; $p = 0,002$; $g = 1,14$) feladatokat, mint a nem-elit szintű játékosok. Azonban a FATS-próbában ($t(36) = -0,937$; $p = 0,355$; $g = 0,30$) nem volt kimutatható különbség.



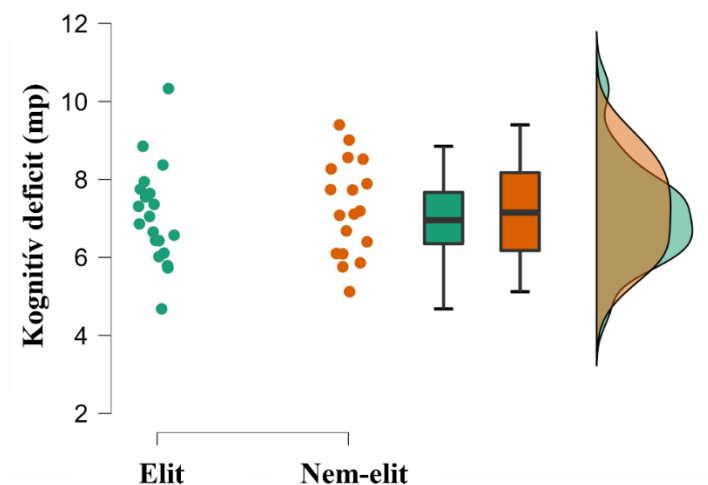
7. ábra. Fiatal férfi elit (n = 20) és nem-elit szintű (n = 18) vízilabdázók sportági teljesítménypróbák összehasonlító elemzése (átlag ± szórás)

Megjegyzés: 20 m FSST: 20 m gyorsúszás sprintteszt, CODS: irányváltóztatási gyorsaság, FAT: funkcionális agilitásteszt, FATS: lövéssel kiegészített funkcionális agilitásteszt.

*= $p < 0,05$, szignifikáns különbség a két csoport között.

5.2.1 A kognitív és technikai deficit eredményei

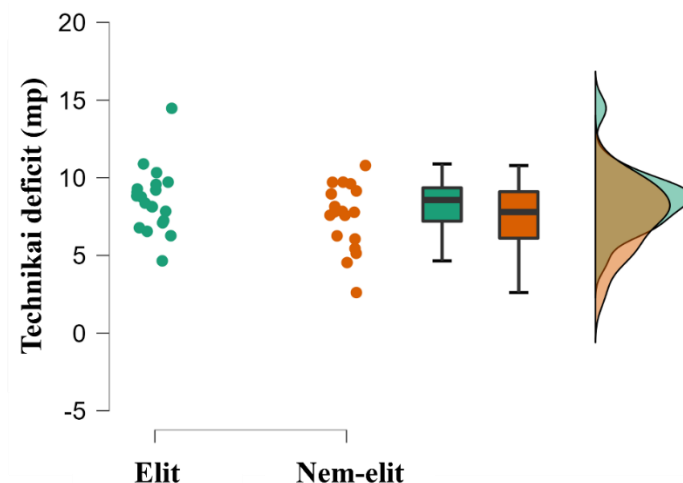
A kognitív deficit középértékei, szóródása és eloszlása csoportonként a 8. ábrán láthatók. A két csoport között nem mutatkozott szignifikáns különbség kognitív deficitben ($t(36) = -0,445$; $p = 0,659$; $g = 0,14$). A kognitív deficit átlagos időtartama $7,2 \pm 1,2$ másodperc volt (elit csoport: $7,1 \pm 1,3$ mp; nem-elit csoport: $7,3 \pm 1,2$ mp). Összességében a CD négy és tizenegy másodperc között ingadozott, nagy egyéni variabilitással, a legkisebb és legnagyobb értékek között csoporttól függetlenül. Az adatok eloszlása és értéktartománya mindkét csoportban hasonló volt, jelentős átfedésekkel. Az adatok alapján az egy ingerre eső kognitív faktor átlagértéke megközelítőleg 1,5–2 másodperc között mozgott.



8. ábra. A kognitív deficit értékeinek eloszlása, szóródása és középértékei csoportonként fiatal férfi elit (n = 20) és nem-elit szintű (n = 18) vízilabdázóknál

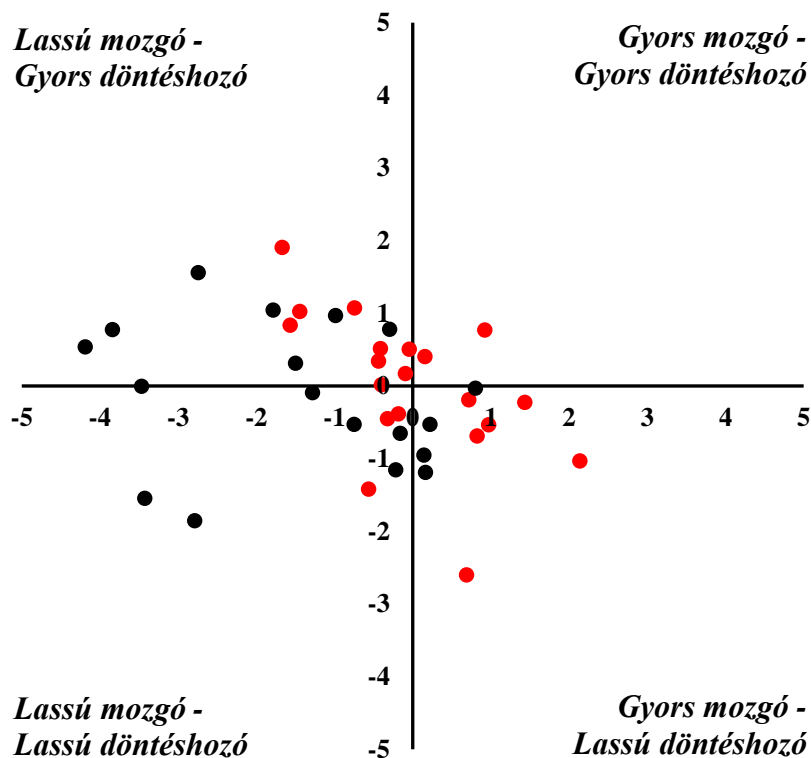
A technikai deficit középértékeit, szóródását és eloszlását csoportonként a 9. ábra szemlélteti. Közepes hatásnagyságú, de nem szignifikáns különbség volt a TD-mutatóban ($t(36) = 1,587$; $p = 0,121$; $g = 0,51$), ahol a nem-elit játékosok értékei enyhén

alacsonyabbak voltak, mint az elit játékosoké. A technikai deficit átlagos időtartama $8,1 \pm 2,1$ másodperc volt (elit csoport: $8,6 \pm 2,0$ mp; nem-elit csoport: $7,5 \pm 2,1$ mp). Az adatok alapján az egyéni technikai faktor lövésenkénti átlagértéke hozzávetőlegesen 2 másodperc volt.



9. ábra. A technikai deficit értékeinek eloszlása, szóródása és középértékei csoportonként fiatal férfi elit (n = 20) és nem-elit szintű (n = 18) vízilabdázóknál

A kognitív deficit és az irányváltóztatási gyorsaság (CODS) időeredményei alapján játékosprofilokat hoztunk létre. Az értékeket z-standard értékekké transzformáltuk és elhelyeztük valamennyi játékos eredményét egy koordináta-rendszerben, amelynek négy negyede négy különböző profilt jelöl: „gyors mozgó – gyors döntéshozó”, „gyors mozgó – lassú döntéshozó”, „lassú mozgó – gyors döntéshozó” és „lassú mozgó – lassú döntéshozó”. A koordinátarendszert a játékosok standardizált értékeivel a 10. ábra szemlélteti. Ez a csoportosítás Gabbett és mtsai. (2008) modelljét követi, amely a sportolói teljesítményt multidimenzionális keretben értelmezi. A cél a játékosprofilok azonosítása és versenyszint-alapú összehasonlítása volt az említett faktorok teljesítménye alapján. Az ábrán megfigyelhető, hogy az elit játékosok eredményeinek túlnyomó része az ábra középső és jobb oldali tartományában helyezkedik el, míg a nem-elit játékosok a bal oldalon koncentrálódnak. Ez arra utal, hogy a vizsgált mintában az elit játékosokra jellemző a gyorsabb, míg a nem-elit játékosokra a lassabb végrehajtás, amely gyakran társult magas, vagy alacsony kognitív teljesítménnyel. Az is jól látszódik, hogy az optimális profilnak nevezhető gyors mozgó és gyors döntéshozó negyedben csak két játékos található.



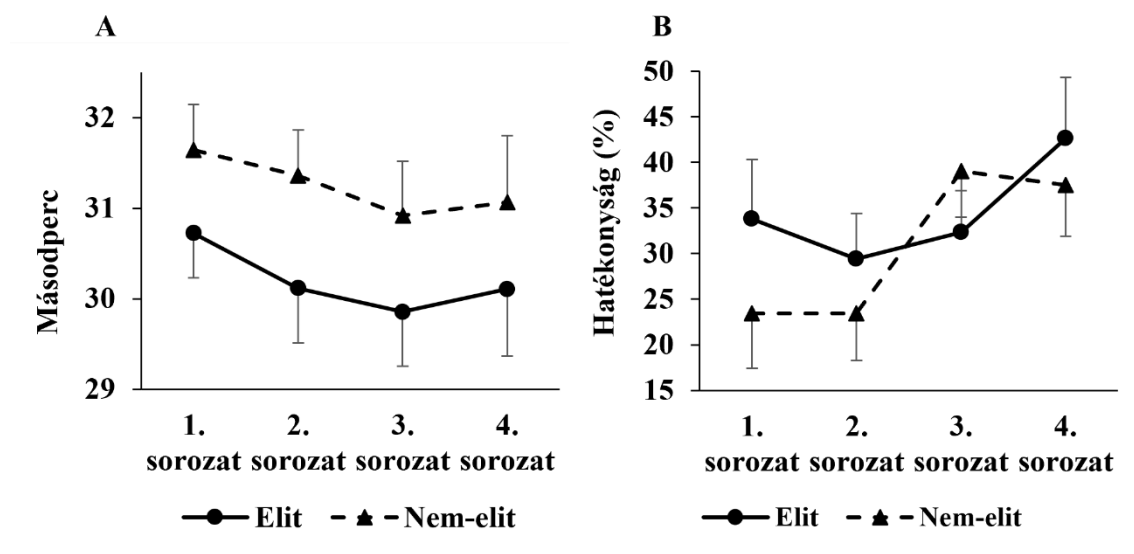
10. ábra. Standardizált (z) értékeken alapuló kognitív és fizikai képességprofil fiatal férfi elit (n = 20; piros jelölő) és nem-elit szintű (n = 18; fekete jelölő) vízilabdázóknál

5.2.2 A lövési hatékonyság és a végrehajtási idő összefüggéseinek eredményei

A lövéssel kiegészített funkcionális agilitásteszt időeredményeit és a lövési hatékonyság eredményeit a két csoportban külön-külön, sorozatonként vizsgáltuk, annak megállapítására, hogy a változások eltérnek-e a lövési hatékonyságban vagy időeredményben a csoportok között. Az eredményeket a 11. ábra szemlélteti. A faktoriális ismételt méréses varianciaanalízis alapján mind a négy sorozatban (A panel) kismértékű, de statisztikailag nem szignifikáns különbség volt kimutatható a két csoport között ($F(1,31) = 1,55$; $p = 0,223$; $\eta_p^2 = 0,048$). A sorozatok közötti főhatásban a szignifikáns hatás ellenére ($F(3,93) = 2,77$; $p = 0,046$; $\eta_p^2 = 0,082$), a páronkénti összehasonlítások során egyik párosításban sem volt kimutatható különbség. A csoport és sorozat interakciójában sem volt szignifikáns hatás ($F(3,93) = 0,13$; $p = 0,944$; $\eta_p^2 = 0,004$).

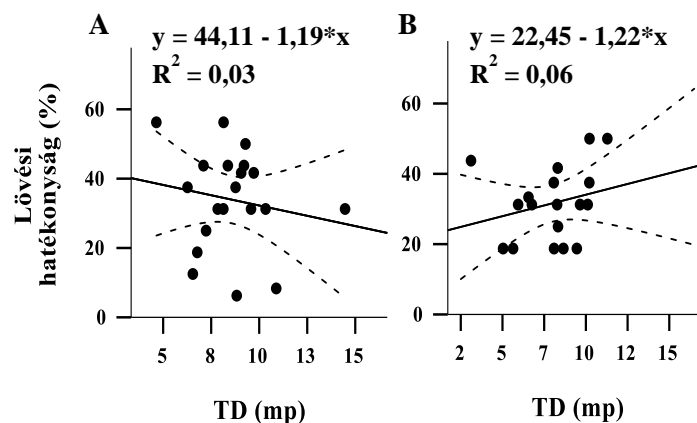
A jobb oldali (B) panel a hatékonyság sorozatonkénti értékeit ábrázolja. Annak ellenére, hogy a nem-elit játékosoknál a hatékonyság értékei a 3. és 4. sorozatokban javult, a sorozatok főhatásában nem volt szignifikáns különbség a négy sorozat értékei között ($F(3,93) = 2,27$; $p = 0,085$; $\eta_p^2 = 0,068$). A két csoport lövési hatékonysága nem különbözött ($F(1,31) = 0,72$; $p = 0,404$; $\eta_p^2 = 0,023$) és hasonlóan nem volt szignifikáns

hatás a csoportok és a sorozatok interakciójában sem ($F(3,93) = 0,76; p = 0,518; \eta_p^2 = 0,024$).



11. ábra. A lövéssel kiegészített funkcionális agilitásteszt végrehajtási idejének (A) és lövési hatékonyságának (B) összehasonlítása négy sorozatban fiatal férfi elit ($n = 20$) és nem-elit szintű ($n = 18$) vízilabdázóknál

Végül megvizsgáltuk a technikai deficit és a lövési hatékonyság közötti kapcsolatot, arra keresve választ, hogy a TD-nek van-e hatása a lövési hatékonyságra, azaz az alacsonyabb TD-érték (lövések gyorsabb végrehajtása) alacsonyabb lövési hatékonysághoz kapcsolódik-e. A technikai deficit és a lövési hatékonyság négy sorozatának értékeit átlagoltuk és egyváltozós lineáris regressziót alkalmaztunk külön az elit és a nem-elit csoportokra. A TD átlag (\pm szórás) értékei $8,1 \pm 2,1$ másodperc, míg a lövési hatékonyság $32,8 \pm 12,6\%$ volt. A TD időtartamának hatása egyik csoportnál sem volt szignifikáns, a magyarázott variancia végig 10% alatt volt és a kapcsolat iránya is eltérő volt a két csoportban (12. ábra). A lövések végrehajtásának gyorsasága nem befolyásolta a lövési hatékonyságot.



12. ábra. A technikai deficit (TD) és a lövési hatékonyság ponthalmaz ábrája fiatal férfi elit (n = 20) (A) és nem-elit szintű (n = 18) (B) vízilabdázóknál

5.2.3 A sportág-specifikus próbák közötti kapcsolatrendszer eredményei

A megvizsgált sportági próbák közötti kapcsolatrendszer az egész mintán vizsgáltuk csoportbontás nélkül. A korrelációelemzés eredményei a 7. táblázatban találhatóak. 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 deficcitvel ($r = -0,28; p = 0,093$, 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 ($r = 0,69; p < 0,001$).

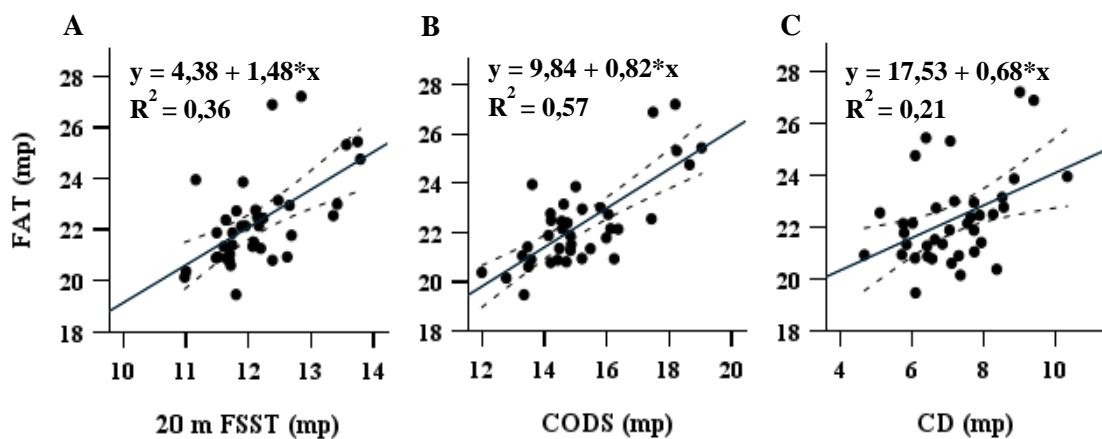
7. táblázat. Pearson-féle korrelációs együtthatók a sportági teljesítménypróbák között fiatal férfi vízilabdázóknál (n = 38) (Fridvalszki és mtsai., 2025 nyomán)

	CODS	FAT	FATS	FATSE	CD	TD
20 m FSST	0,80*	0,60*	0,23	-0,16	-0,22	-0,24
CODS		0,75*	0,19	-0,07	-0,28	-0,41*
FAT			0,50*	0,09	0,44*	-0,28
FATS				0,08	0,46*	0,69*
FATSE					0,21	0,02
CD						0,15

Megjegyzés. 20 m FSST: 20 m gyorsulás sprintteszt, CODS: irányváltóztatási gyorsaság, FAT: funkcionális agilitásteszt, FATS: lövéssel kiegészített funkcionális agilitásteszt, FATSE: lövéssel kiegészített funkcionális agilitásteszt lövési hatékonysága, CD: kognitív deficit, TD: technikai deficit.

* $p < 0,05$.

A két új agilitáspróba esetében (FAT és FATS) elemeztük a kapcsolatokat jellegét a próbák fizikai, kognitív, illetve technikai deficit mutatókkal. Ezen eredményeket a 13. és 14. ponthalmaz ábrák mutatják. A 20 méteres gyorsulás sprintteszt és az irányváltóztatási gyorsaságot mérő teszt szignifikáns hatást mutattak az agilitás próbára 36%-os ($F = 19,78$; $p < 0,001$), illetve 57%-os ($F = 40,73$; $p < 0,001$) magyarázó erővel. Ezzel szemben a kognitív deficit és a funkcionális agilitásteszt közötti kapcsolat gyengébbnek bizonyult, a magyarázott variancia 21% volt ($F = 8,32$; $p = 0,007$).

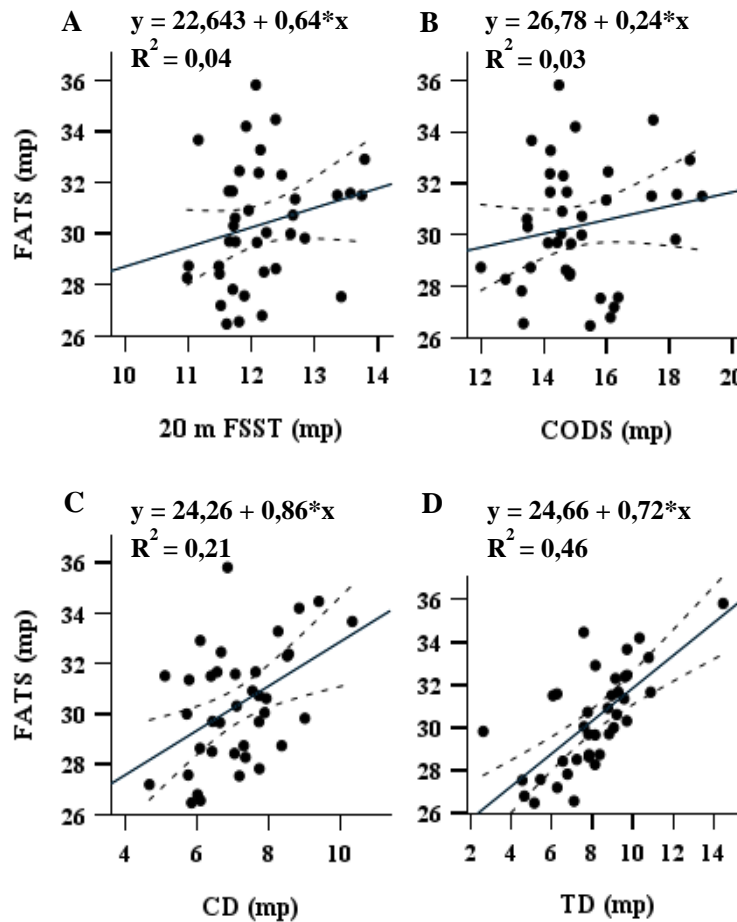


13. ábra. Ponthalmaz ábrák a FAT és a 20 m FSST (A), a FAT és a CODS (B), illetve a FAT és a CD (C) változók között fiatal férfi vízilabdázóknál ($n = 38$)

Megjegyzés: FAT: funkcionális agilitásteszt, 20 m FSST: 20 m gyorsulás sprintteszt, CODS: irányváltóztatási gyorsaság, CD: kognitív deficit, fekete vonal: regressziós egyenes, szaggatott vonal: 95%-os konfidenciaintervallum.

A 14. ábra a lövéssel kiegészített funkcionális agilitásteszt (FATS) és a fizikai (20 m FSST, CODS), valamint a kognitív és technikai deficit értékek közötti összefüggéseket szemlélteti. Míg a FAT esetében a fizikai komponensek mutattak szorosabb kapcsolatot a funkcionális agilitással, addig a lövéssel kiegészített próbánál a kognitív és a technikai változók bizonyultak erősebb előrejelző tényezőnek (14. ábra). 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: $F = 0,94$; $p = 0,340$).



14. ábra. Ponthalmaz ábrák a FATS és a 20 m FSST (A), a CODS (B), a CD (C), illetve a TD (D) változók között fiatal férfi vízilabdázóknál ($n = 38$)

Megjegyzés: FATS: lövéssel kiegészített funkcionális agilitásteszt, 20 m FSST: 20 m gyorsúszás sprintteszt, CODS: irányváltoztatási gyorsaság, CD: kognitív deficit, TD: technikai deficit, fekete vonal: regressziós egyenes, szaggatott vonal: 95%-os konfidenciaintervallum.

5.2.4 A sportágspecifikus próbák és a mérkőzésteljesítmény posztonkénti eredményei

A megvizsgált próbák mért és számolt mutatóit, valamint a mérkőzésteljesítmény-indikátorok értékeit játékosposzt szerint is elemeztük. A két játékosposzt a szélsők és a center-bekkek. A próbák eredményeiben posztok szerint (szélsők vs. center-bekkek) nem találtunk szignifikáns különbségeket egyik mutatóban sem (8. táblázat).

8. táblázat. Sportági próbák változóinak összehasonlító eredményei fiatal férfi vízilabdázóknál posztok szerint (átlag \pm szórás) (Fridvalszki és mtsai., 2025 nyomán)

Tesztek	Teljes csoport (n = 33)	Szélsők (n = 22)	Centerek- Bekkek (n = 11)	p	Hatásnagyság (Cliff's δ)
20 m FSST (mp)	12,2 \pm 0,7	12,2 \pm 0,8	12,3 \pm 0,6	0,418	0,18
CODS (mp)	15,2 \pm 1,7	15,2 \pm 1,7	15,4 \pm 1,7	0,807	0,06
FAT (mp)	22,4 \pm 1,8	22,4 \pm 1,7	22,4 \pm 2,2	0,955	0,02
FATS (mp)	30,5 \pm 2,3	30,2 \pm 1,9	31,0 \pm 3,1	0,462	0,17
FATS+B. (mp)	36,0 \pm 2,4	35,7 \pm 2,0	36,4 \pm 3,1	0,447	0,26
FATSE (%)	32,7 \pm 12,7	32,9 \pm 14,7	32,4 \pm 8,0	0,895	0,03
CD (mp)	7,2 \pm 1,2	7,2 \pm 1,1	7,1 \pm 1,5	0,866	0,04
TD (mp)	8,1 \pm 2,2	7,8 \pm 2,1	8,6 \pm 2,4	0,938	0,07

Megjegyzés. 20 m FSST: 20 m gyorsúszás sprintteszt, CODS: irányváltoztatási gyorsaság, FAT: funkcionális agilitásteszt, FATS: lövéssel kiegészített funkcionális agilitásteszt, FATS+B: lövéssel kiegészített funkcionális agilitásteszt+büntetés, FATSE: lövéssel kiegészített funkcionális agilitásteszt lövési hatékonysága, CD: kognitív deficit, TD: technikai deficit.

Ezzel szemben a mérkőzésindikátorok tekintetében a szélsők szignifikánsan több kulcsfontosságú gólpasszt adtak, míg a centerek-bekkek jelentősen több támadó szabálytalanságot követtek el (9. táblázat). Mindkét esetben a különbségek nagy hatásnagysággal bírtak.

9. táblázat. Mérkőzésindikátorok összehasonlító eredményei fiatal férfi vízilabdázóknál posztok szerint (átlag \pm szórás) (Fridvalszki és mtsai., 2025 nyomán)

Indikátorok	Teljes csoport (n = 33)	Szélsők (n = 22)	Centerek-Bekkek (n = 11)	p	Hatásnagyság (Cliff's δ)
SH/G	2,7 \pm 1,6	2,8 \pm 1,8	2,4 \pm 1,1	0,749	0,07
SE (%)	46,0 \pm 12,9	44,6 \pm 0,1	48,9 \pm 0,1	0,418	0,18
SEEA (%)	38,3 \pm 15,3	35,9 \pm 0,1	43,1 \pm 0,2	0,375	0,20
SEPPA (%)	61,0 \pm 23,5	58,4 \pm 0,2	66,3 \pm 0,3	0,281	0,24
EXCL/G	0,9 \pm 0,4	0,8 \pm 0,4	0,9 \pm 0,4	0,336	0,21
KA/G	0,1 \pm 0,1	0,2 \pm 0,1	0,1 \pm 0,1	0,008*	0,56
ST/G	0,9 \pm 0,5	1,0 \pm 0,4	0,8 \pm 0,5	0,063	0,40
OF/G	0,3 \pm 0,3	0,2 \pm 0,2	0,5 \pm 0,3	0,002*	0,64

Megjegyzés. SH/G: lövések/mérkőzés, SE: lövési hatékonyság, SEEA: lövési hatékonyság létszámazonos akciókban, SEPPA: lövési hatékonyság emberelőnyös akciókban, EXCL/G: kiállítások/mérkőzés, KA/G: kulcspasszok/mérkőzés, ST/G: labdaszerzések/mérkőzés, OF/G: támadó szabálytalanságok/mérkőzés.

* $p < 0,05$, szignifikáns különbség a két csoport között.

5.2.5 A sportágspecifikus próbák és a mérkőzésteljesítmény-indikátorok kapcsolatrendszerének eredményei

A sportági teljesítménypróbák és a mérkőzésteljesítmény-indikátorok közötti korrelációk játékosposzt szerinti kategorizálása a 10. táblázatban található.

A szélsőknél a 20 m FSST eredményei mérsékelt, negatív kapcsolatot mutattak a kulcspasszokkal ($r_s = -0,46$; $p = 0,032$), míg a FATS mérsékelt, negatív korrelációt a lövési hatékonysággal ($r_s = -0,43$; $p = 0,056$).

A centerek-bekkek esetében a 20 m FSST negatívan korrelált a labdaszerzéssel ($r_s = -0,63$; $p = 0,036$), míg a FAT pozitív kapcsolatot 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 ($r_s = 0,65$; $p = 0,029$).

10. táblázat. Spearman-féle korreláció (r_s) sportági teljesítménytesztek és mérkőzésindikátorok között fiatal férfi szélső (n = 22) és center-bekek (n = 11) vízilabdázóknál (Fridvalszki és mtsai., 2025 nyomán)

		SH/G	SE	SEEA	SEPPA	EXCL/G	KA/G	ST/G	OF/G
20 m	szélsők	-0,15	0,12	-0,04	0,14	-0,18	-0,46*	0,04	0,01
FSST	C-B	-0,46	-0,13	-0,14	-0,38	-0,51	-0,35	-0,63*	-0,04
CODS	szélsők	-0,15	0,11	-0,08	-0,09	-0,04	-0,39	-0,13	0,06
	C-B	-0,15	0,30	0,21	-0,27	-0,26	0,22	-0,35	0,26
FAT	szélsők	0,05	0,07	0,04	-0,18	-0,10	-0,32	-0,10	-0,15
	C-B	-0,56	0,61*	0,56	0,22	-0,75*	-0,36	-0,70*	0,34
FATS	szélsők	0,26	-0,43*	-0,25	-0,32	0,03	0,19	-0,25	-0,30
	C-B	-0,70*	0,40	0,35	0,43	-0,41	0,02	-0,67*	0,20
FATSE	szélsők	0,01	0,30	0,40	0,12	-0,05	-0,16	-0,22	-0,16
	C-B	0,22	0,09	0,07	-0,41	-0,01	0,44	-0,10	-0,08
CD	szélsők	0,15	0,06	0,28	-0,11	0,05	0,15	0,07	0,02
	C-B	-0,58	0,56	0,53	0,65*	-0,57	-0,30	0,50	0,23
TD	szélsők	0,11	-0,36	-0,15	-0,04	0,06	0,39	-0,26	-0,39
	C-B	-0,56	-0,19	-0,11	0,36	0,04	0,03	-0,40	-0,02

Megjegyzés. C-B: centerek-bekek, 20 m FSST: 20 m gyorsúszás sprintteszt, CODS: irányváltóztatási gyorsaság, FAT: funkcionális agilitásteszt, FATS: lövéssel kiegészített funkcionális agilitásteszt, FATSE: lövéssel kiegészített funkcionális agilitásteszt lövési hatékonysága, CD: kognitív deficit, TD: technikai deficit, SH/G: lövések/mérkőzés, SE: lövési hatékonyság, SEEA: lövési hatékonyság létszámazonos akciókban, SEPPA: lövési hatékonyság emberelőnyös akciókban, EXCL/G: kiállítások/mérkőzés, KA/G: kulcspasszok/mérkőzés, ST/G: labdaszerzések/mérkőzés, OF/G: támadó szabálytalanságok/mérkőzés.

* $p < 0,05$.

6. MEGBESZÉLÉS

Kutatásunk elsődleges célja vízilabda-specifikus agilitáspróbák kidolgozása és elemzése volt a mérési protokollok növekvő komplexitása alapján, valamint a funkcionális tesztek és a mérkőzés kulcsindikátorai közötti összefüggések alulreprezentáltságából eredő sportszakmai „szakadék” áthidalása.

A szakirodalmi áttekintés eredményei rávilágítottak a sportágspecifikus agilitástesztek terén rendelkezésre álló korlátozott vizsgálati eredményekre, a módszertani leírások hiányosságaira, valamint a sportági próbák és mérkőzésindikátorok közötti korrelációk feltárásának szükségességére. Noha ezen összefüggéseket már korábban más csapatsportágakban is kutatták, az eredmények egyrészt gyakran ellentmondásosak, másrészt pedig a vízi közeg sajátosságaiból adódóan kevésbé illeszthetők a vízilabdához. Jelen értékezés eredményei lehetőséget adnak a szakirodalomban fellelhető módszertani hiányosságok új szempontok szerinti értelmezéséhez. A vizsgálataink során kapott eredmények a kutatásokban kijelölt főbb témakörök mentén kerülnek tárgyalásra.

6.1 Az előtanulmány eredményeinek megbeszélése

Első vizsgálatunk célja egy támadásspecifikus agilitásteszt kifejlesztése és annak mérők és sorozatok közötti megbízhatósági vizsgálatának bemutatása volt. A mérési protokoll kialakításakor kiemelt szempont volt a mérkőzésszituációk támadó aspektusainak szimulációja, különös tekintettel a tipikus támadó mozdulatok modellezésére. A protokoll tervezésekor a fizikális tényezők mellett nagy hangsúlyt kaptak a kognitív, valamint a technikai faktorok is. A különböző komponensek összetettségét a csapatjátékok komplexitása indokolja, alátámasztva a korábbi kutatások javaslatait, miszerint az agilitás mérése során törekedni kell a multidimenzionális feladatok alkalmazására (Gandouzi és mtsai., 2025; Scanlan és mtsai., 2014; Živković és mtsai., 2025). Ennek megfelelően a vizsgált játékosoknak nagy intenzitású irányváltatásokat és manőverezési feladatokat, valamint testhelyzet-változtatásokat (vízszintesből függőleges helyzetbe, illetve fordítva) kellett végrehajtani. Emellett a tesztprotokoll ismeretlen ingerekre adott reakciókat követően lövés feladatokat is tartalmazott hét- és ötméteres távolságból. A vizsgálat legfontosabb eredménye, hogy az új protokoll a mérők és az ismétlések közötti megbízhatóság szempontjából kedvező

eredményeket mutatott. Ugyanakkor megemlítendő a validitásvizsgálat hiánya, amely hozzájárulhatott volna a feladat végrehajtásához szükséges legfőbb képességek azonosításához. A mérési protokoll kialakítása Young és mtsai. (2002) által kidolgozott modellre alapozva épült, figyelembe véve a két szubkomponenst (fizikai és kognitív), amelyeket számos tényező befolyásol (Young és mtsai., 2021). Egy további fontos szempontot jelentett Morral-Yepes és mtsai. (2020) ajánlása, amely szerint az agilitás tesztelésénél a sportágspecifikus ingerek közül az emberi jelzések alkalmazása indokolt a kivitelezés valóságosságának növelése érdekében.

Az előtanulmányban a próba átlagos végrehajtási időtartama 12,26 másodperc volt, amely megközelíti a vízilabda-mérkőzéseken jellemző átlagos aktív támadási időtartamot (Smith, 1998). Az eredményeket három kategóriába soroltuk (átlag alatti, átlagos, átlag feletti), olyan módon, hogy 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. Az időeredmények ezen besorolásával lehetőség nyílik az egyéni teljesítmények értékelésére és a fejlesztési irányok meghatározására. Fontos azonban megjegyezni, hogy az előtanulmányban kifejlesztett próba több szempontból is eltér a vízilabdában elterjedt tesztprotokolloktól, így azokkal való közvetlen összehasonlítása korlátozott érvényű.

6.1.1 A megbízhatósági eredmények elemzése

A két mérő, valamint az ismételt mérések közötti eredmények elfogadható egyezést és megbízhatóságot mutattak (6. ábra), ami megerősíti fő feltételezésünket, miszerint a teszt megbízható és összhangban van Sheppard és mtsai. (2006) ajánlásaival. A 0,8 vagy annál magasabb ICC-értéket, valamint 8%-nál alacsonyabb CV-értéket mutató próbák megbízható teszteknek tekinthetők (Koo & Li, 2016); jelen vizsgálatban mindkét mérő esetében a sorozatok közötti CV-értéke 5% alatt volt. A mérők közötti különbségek mindkét sorozatban elhanyagolhatóak voltak. Az ICC-értékek magasabbak voltak, mint Tucher és mtsai. (2014) által végzett vizsgálatban (ICC = 0,97–0,98 vs. ICC = 0,88), amelyben védőmozgások bemutatása volt a cél, és a teszt időtartama jelentősen rövidebb volt.

Az ismételt mérések közötti megbízhatóság hasonló eredményeket mutatott, mint Tucher és mtsai. (2015) tanulmányában közölt eredmények (ICC = 0,87), valamint magasabbak voltak Dong és mtsai. (2021) által bemutatott próbák megbízhatóságánál (SG-AGIL, ICC = 0,79; JG-AGIL, ICC = 0,82). Fontos azonban megjegyezni, hogy

utóbbi vizsgálatban a mérési protokoll fényingerekre adott reakciókra épült, ami korlátozza az eredmények összehasonlíthatóságát. Emellett a jelen tesztprotokoll megbízhatósági mutatói összhangban állnak más csapatsportágakban korábban publikált vizsgálatok eredményeivel (Pojskic és mtsai., 2018; Sekulic és mtsai., 2017; Spasic és mtsai., 2015). Ugyanakkor a vízi sportágakra jellemző környezeti sajátosságokból fakadó természetes változékonyság jelentősen megnehezíti a szárazföldi sportágakkal való közvetlen összehasonlíthatóságot.

6.1.2 A lövési hatékonyság eredményeinek elemzése

A lövési hatékonyság mérésével foglalkozó kutatások viszonylag kevés számban találhatóak a vízilabda szakirodalomban (Platanou & Bottonis, 2010; Royal és mtsai., 2006; Stevens és mtsai., 2010). Ezen vizsgálatokban a lövési hatékonyságot a vízilabda különböző aspektusain keresztül értékelték – például a fáradás hatása a lövési sebességre és pontosságra (Royal és mtsai., 2006). Ugyanakkor a nyílt készségekhez kapcsolódó tényezők nem kerültek figyelembevételre a szimulált támadó játéksituációk során. Stevens és mtsai. (2010) kutatásukban nem találtak szignifikáns különbséget az álló helyzetből és a sprintúszást követően végrehajtott lövési pontosság között. Eredményeiket azzal indokolták, hogy a lövési pontosság már álló helyzetből is alacsony volt, így az úszást követő lövések hatékonyságának csökkenése nem bizonyult jelentősnek. A szakirodalomban található vizsgálatokkal szemben, jelen tanulmányban a résztvevőknek nem nyílrányú sprintúszás után, hanem segítők által adott ingerekre reagálva, maximális sebességre törekvő manőverezést követően kellett lövéseket végrehajtaniuk két különböző távolságból. Mindkét lövést a lehető leggyorsabban végrehajtva, ezzel idő- és technikai kényszert gyakorolva rájuk. A játékosok átlagosan alacsony lövési hatékonyságot mutattak magas egyéni variabilitással (3. táblázat). A második sorozatban hat játékos nem szerzett gólt. A legtöbben 25%-os hatékonyságot értek el, és senki sem talált be mind a négy kísérletből (a két sorozatot figyelembe véve). Az összesített lövési pontosság hét és öt méterről 37,5% volt, amely összehasonlítható a hivatalos mérkőzésen tapasztalt férfi győztes csapatok játékosainak eredményével (39,9%) (Escalante és mtsai., 2011). Feltételeztük, hogy közelebről hatékonyabbak lesznek a játékosok, mint a távolabbi zónából. Bár az ötméteres lövések kb. 1,4-szer nagyobb eséllyel voltak eredményesebbek, mint a hétméteres lövések, a különbség a két lövési távolság között nem volt statisztikailag szignifikáns. Ez az eredmény feltehetően a

játékosok képzettségével és a feladat komplexitásával magyarázható, ami azt eredményezhette, hogy a közelebbi távolságból végzett lövések is jelentős nehézséget okozhattak. Ennek következtében a vizsgálat résztvevői a maximális sebesség és a magas szintű technikai tudás által támasztott követelményeknek csak korlátozott mértékben tudtak megfelelni.

6.1.3 A végrehajtási idő és a lövési teljesítmény kapcsolatának elemzése

Fontos kérdésünk volt megvizsgálni a feladat végrehajtási időtartamának és a lövési hatékonyságnak a kapcsolatát, abból a feltételezésből kiindulva, hogy a gyorsabb végrehajtás alacsonyabb hatékonysággal társul. Az eredmények nem igazolták ezt a feltételezést. Nem volt összefüggés a végrehajtási idő és a lövési hatékonyság között, kivéve az ötméteres lövések esetén, ahol a második sorozatban mérsékelt negatív kapcsolat mutatkozott. Ez arra utal, hogy közel maximális intenzitás esetén a végrehajtási idő nem befolyásolta érdemben a lövési pontosságot. Ez az összefüggés akkor is fennállt, amikor a játékosok között 3–4 másodperces különbségek voltak tapasztalhatók a végrehajtási időtartamokban. Ugyanakkor a lövési hatékonyság és a végrehajtási idő kapcsolatának értelmezésekor a protokoll komplexitását is figyelembe kell venni, mivel a végrehajtási időt nemcsak az úszás, a lövési technika és a sebesség, hanem az egyéni kognitív képességek is befolyásolják, amelyek a gyors ingerfelismerésért és döntéshozatalért felelősek. Bár kutatásunkban ezt közvetlenül nem mértük, feltételezhető, hogy ez hatással volt a fenti tényezők közötti kapcsolatra. Vizsgálati eredményeink ellentétben állnak Platanou és Botonis (2010) által közölt megállapításokkal, amelyek szerint jobb úszóteljesítmény nagyobb lövési pontosságot eredményez, míg a nem hatékony úszótechnika rontja azt. Az általunk kapott eltérő eredmények valószínűleg annak tulajdoníthatók, hogy az említett vizsgálat kontrollált, zárt készségeket igénylő környezetben zajlott, ahol a játékosok teljesítményét nem befolyásolták külső ingerek.

Az eredmények értelmezését limitálja a minta alacsony elemszáma, bár a szakirodalomban gyakran találkozunk hasonló mintamérettel megbízhatósági vizsgálatokban (Bampouras & Marrin, 2010; Mujika és mtsai., 2006; Platanou, 2006; Tan és mtsai., 2010). Továbbá kutatásunkban nem vizsgáltuk a kifejlesztett protokoll játékosok közötti megkülönböztető képességét, amely alátámaszthatná az érvényességét. A jövőben érdemes az agilitásméréseket a résztvevők fizikai felkészültsége és úszástechnikája, továbbá játékosposztok szerint is elemezni. Végül a

döntéshozatali elemek a Sekulic és mtsai. (2017) által is alkalmazott két lehetséges választásra (jobbra vagy balra) korlátozódtak. Ugyanakkor a jövőbeli kutatásoknak érdemes többféle reakciólehetőséget integrálniuk a tesztelésbe (Matlák és mtsai., 2016), hogy a vizsgált játékosok számára adott kognitív feladat még komplexebbé váljon, ezáltal közelebb kerülve a valódi mérkőzésszituációhoz.

6.2 A fő tanulmány eredményeinek megbeszélése

Figyelembe véve, valamint kiküszöbölve az elővizsgálatban alkalmazott protokoll módszertani korlátjait, a fő tanulmányban két új, vízilabda-specifikus agilitáspróbát fejlesztettünk ki és megvizsgáltuk azok megbízhatóságát, diszkriminatív és konkurens érvényességét. A mérési protokollok fejlesztése során itt is kiemelt szempont volt a vízilabda-mérkőzések nyílt és zárt készségeket igénylő mozgások szimulációja, mivel a teljesítmény értékelése a motoros és a kognitív elemek integrálását teszi szükségessé (Falk és mtsai., 2004; Smith, 1998; Williams & Reilly, 2000). A vizsgálat újdonsága az volt, hogy a mérési protokollok komplexitása egymásra épülve fokozatosan nőtt az egyszerűbb feladatoktól a bonyolultabbak felé, a mérkőzés követelményeinek minél pontosabb reprodukálhatóságára koncentrálva (Green és mtsai., 2011). Kiemelt szempont volt a multipozicionális és multidirekcionális mozgások alkalmazása (az előtanulmányhoz hasonlóan), amelyek gyakran előfordulnak fiatal vízilabdázók mérkőzésein és fontos mozgásformákat tükröznek (Lupo és mtsai., 2016). Az új agilitásprotokollok olyan kognitív feladatokat tartalmaztak, amelyek emberi ingerre adott, többszörös választási lehetőségen alapuló döntéshozatalt igényeltek. Az előtanulmányban alkalmazott protokollhoz képest azonban több válaszlehetőség került megadásra, ami a kognitív feladatok nehézségének növekedését eredményezte. Emellett a protokollok ismételt irányváltásokat, nagy sebességű megindulásokat és megállásokat, valamint – a legbonyolultabb próbában – kapuralövéseket is tartalmaztak. A vizsgálat egyik jelentős újítása a kognitív és technikai deficit értékek számolása, amelyeket az eredmények elemzése során külön-külön értékeltünk. Ismereteink szerint ez az első vizsgálat, amelyben a technikai deficit szerepet kapott az agilitásképeség mérésében és értékelésében.

6.2.1 A megbízhatósági eredmények elemzése

A vizsgálatunkban alkalmazott próbák teszt-reteszt megbízhatósága kiváló volt a legtöbb protokollnál, a FATS pedig jó megbízhatóságot mutatott (6. táblázat). A CODS- és a FAT-feladatok ICC-értékei magasabbak voltak, mint az előtanulmányban, illetve a vízilabdában korábban használt, hasonló „*Stop-and-Go*” szerkezetű próbák megbízhatósági eredményei (Dong és mtsai., 2021; Tucher és mtsai., 2014). Hasonlóan más csapatsportokban végzett kutatásokhoz, a megbízhatóság alacsonyabb volt az agilitáspróbában (FAT), mint a csak zárt készségeket igénylő irányváltatásos feladatban (CODS) (Krolo és mtsai., 2020; Pojskic és mtsai., 2018; Sekulic és mtsai., 2014; Sekulic és mtsai., 2017; Spasic és mtsai., 2015). Ezt a különbséget az agilitásprotokollban alkalmazott kognitív tényező magyarázza, amely természeténél fogva nagyobb variabilitást eredményez a teljesítményben, szemben a döntéshozatalt nem igénylő CODS-típusú feladattal (Dong és mtsai., 2021). Kiemelendő, hogy a döntéshozatali feladatok emberi ingereken alapuló többszörös választási lehetőségeket tartalmaztak, ellentétben a csapatsportokban végzett legtöbb kutatással, ahol az Y-alakú próbák egyszerűbb választási reakciókat igényelnek (pl. balra vagy jobbra) (Morral-Yepes és mtsai., 2020). Az Y-alakú tesztek egy másik korlátja az, hogy a sebességre helyeződik a hangsúly (Bourgeois és mtsai., 2017), így inkább a motoros képességek mérése valósul meg a kognitív tényezők igénybevétele helyett (Horníková & Zemková, 2022). Fontos megemlíteni, hogy a magas megbízhatósági eredmények részben a megfelelő mértékű familiarizáció biztosításának volt köszönhető (4. ábra), amelyre vizsgálatunk során kiemelt hangsúlyt fektettünk. Az alkalmazott próbák megbízhatóságát az ICC-értékek mellett az alacsony standard mérési hiba (SEM) eredmények is alátámasztják (6. táblázat), mivel minél kisebb ez az érték, annál alacsonyabb a mérési hiba, és annál magasabb a teszt-reteszt megbízhatóság mértéke (Green és mtsai., 2011; Weir, 2005). A megbízhatósági eredmények mellett kiszámításra került a legkisebb kimutatható változás is 95%-os megbízhatósági tartományon (MDC95). Ez a mutató azon teljesítménybeli változásoknak a mértékét mutatja, amelyek nem a mérési hibából származnak, hanem valódi teljesítménybeli különbségeket tükröznek. Ebben az értelemben a kapott eredmények hasznosak lehetnek a sportolók teljesítményének értékelésében, akár a közöttük levő különbségek, de leginkább az egy edzési időszakon belüli változások kiértékelésére.

6.2.2 A sportágspecifikus próbák és számított értékek konstruktmérvényességének elemzése

A vízilabdában a mérőeszközök konstruktmérvényességének vizsgálata – különösen az ismert versenyszintű csoportok közötti összehasonlítás (*known-groups validity*) – alulreprezentált a szakirodalomban. Pedig ez az érvényességtípus elengedhetetlen annak megállapításához, hogy egy új protokoll képes-e megkülönböztetni különböző versenyszintű sportolókat, ezáltal tükrözve a versenyszintek közötti képességbeli különbségeket. Csapatsportokban a legtöbb kutatás azt mutatta, hogy a magasabb szintű játékosok jobb eredményeket érnek el olyan reaktív agilitást mérő próbákban, amelyek emberi ingereken alapulnak (Gabbett és mtsai., 2008; Sheppard és mtsai., 2006), míg zárt készségeket vizsgáló feladatok esetében az eredmények ellentmondásosak voltak. Például több vizsgálatban sem voltak különbségek a teljesítményszintek között (Farrow és mtsai., 2005; Gabbett és mtsai., 2008; Lockie és mtsai., 2014; Scanlan és mtsai., 2015; Sekulic és mtsai., 2017; Serpell és mtsai., 2010; Sheppard és mtsai., 2006), míg Green és mtsai. (2011) azt találták, hogy magasabb szintű rögbi játékosok gyorsabbak voltak mind a lineáris (10 és 20 m), mind az irányváltásos gyorsaságban, valamint az agilitástesztben is, mint az alacsonyabb szintű játékosok. A szakirodalomban közölt legtöbb eredménnyel ellentétben kutatásunkban az elit játékosok mind a zárt készségű tesztekben (20 m FSST és CODS), mind a lövés nélküli agilitástesztben (FAT) nagy hatásnagysággal felülmúlták a nem-elit játékosokat (Hedges' $g = 1,08-1,25$). Eredményeink megerősítik a FAT ismert csoportok szerinti érvényességét, aminek alapján alkalmazható sportágspecifikus agilitásképessegek értékelésére. Megemlítendő azonban, hogy a különbségek mértéke a két csoport között folyamatosan csökkent az egyszerűbb próbától a legkomplexebb próba felé haladva, ami arra utal, hogy a próbák diszkriminatív ereje csökken a próbák komplexitásának növelésével. Ennek következtében a legbonyolultabb próbában (FATS) – amelyben mind a kognitív, mind a technikai deficit jelentős hatással volt a teljesítményre – nem mutatkozott kimutatható különbség a szintek között; azaz eredeti feltételezésünkkel ellentétben a legkomplexebb feladat nem volt képes megkülönböztetni a magasabb és alacsonyabb szintű játékosokat. Ez egy érdekes, váratlan eredmény, mivel azt feltételeztük, hogy a játék bonyolultságából adódóan a különbségek látványosabbak lesznek a komplexitás növelésével. Ennek alapján a próba komponenseiben tapasztalható

esetleges részkülönbségek összeadódnak, jelentős összesített különbségeket eredményezve az elit csoport javára, ami végül nem valósult meg.

6.2.3 A kognitív deficit eredményeinek elemzése

Altmann és mtsai. (2021) vizsgálatához hasonlóan az agilitás- és az irányváltoztatás próbák időeredményéből kiszámításra került a kognitív deficit, amely a kognitív képességek jellemzésére szolgál. Ez a mutató magába foglalja a döntéshozatali és a válaszadási időt (Altmann és mtsai., 2021), amelyben az inger észlelése/felismerése is szerepet játszik. Jelen vizsgálatban azonban ezeket a tényezőket nem vizsgáltuk külön, csak a kognitív teljesítmény összesített indikátorával dolgoztunk. A kognitív feladatok a teljes végrehajtási idő körülbelül egyharmadát tették ki a lövések nélküli agilitás protokollban (~32%) és egynegyedét a lövésekkel kiegészített protokollban (~24%) (5. táblázat), ami a kognitív képességek jelentős hozzájárulására utal a feladatok összydőtartamában és teljesítményében. Tudomásunk szerint kizárólag Altmann és mtsai. (2021) tanulmánya számolt be agilitásmérések során hasonló kognitív deficit részvételtől (~23% a teljes időtartamból). Ugyanakkor fontos kiemelni, hogy ez az időtartam jelentősen rövidebb volt (átlagosan 0,73 mp), mint vizsgálatunk CD-ideje. Ebben a vizsgálatban elemzett agilitásprotokollok időtartama, az ingerek nehézsége és száma, valamint a lehetséges ingerek szöge (T1–T4 a középponttól 0–360 fokban helyezkedtek el) egyedülálló a vízilabdában, és jelentősen eltér a szárazföldi sportágakban végzett kutatásoktól. Például, egy 180 fokos fordulat a vízben erős hullámokat kelthet, amelyek növelhetik az ellenállást, amit tovább nehezít a talajhoz képest történő lábtámasz hiánya, így befolyásolva a mozdulat indítását.

Annak ellenére, hogy a CODS és a FAT eredményeiben jelentős különbségek voltak, a kognitív deficit tekintetében nem volt szignifikáns eltérés a két csoport között. Ennek alapján megállapítható, hogy az általunk vizsgált és értelmezett kognitív deficit nem alkalmazható különböző szintű játékosok megkülönböztetésére. Ez arra utalhat, hogy az agilitáspróbában látható teljesítménykülönbségek inkább a fizikai komponenseknek tudhatók be, semmint a kognitív tényezőknek. Az elit játékosok magasabb teljesítménye a FAT-feladatban az antropometriai tényezőkkel is kapcsolatban állhat (4. táblázat), például a hosszabb végtagok elősegíthetik a gyorsabb végrehajtást mind az egyenesvonalú sprint, mind az irányváltások során. Elképzelhető tehát, hogy a csoportok közötti különbségek háttérében a testméretek állnak, és nem pedig képességbeli

kvalitások. Ugyanakkor a kognitív deficitben tapasztalt különbségek hiánya részben magyarázható a kognitív feladat komplexitásával is, amely az adott korcsoport játékosai számára jelentős kihívást jelenthetett. Ennek következtében a FAT-próbában a fizikai igények kerülhettek előtérbe, amelyek felülírhatták a kognitív különbségeket. Ez azonban felveti azt a kérdést is, hogy milyen mértékben tükrözik az alkalmazott agilitási feladat kognitív követelményei a valós mérkőzésszituációk kognitív profilját. Bár a protokoll kognitív feladatait „valós” mérkőzésszituációkat modellezőként terveztük, validitásuk a sportágspecifikus kognitív képességek értékelésében még nem tisztázott.

Az agilitáspróba fizikai és kognitív komponenseinek eredményeiből lehetőség nyílt játékosprofilok kialakítására a gyors/lassú mozgó és a gyors/lassú döntéshozó szempontok szerint korábbi szakirodalmi ajánlások alapján (Gabbett és mtsai., 2008). A teljesítményprofilozás jól szemlélteti azt, hogy a teljesítmény fizikai és kognitív komponensei nem feltétlenül járnak együtt. A 10. ábra tanúsága szerint a vizsgált minta jelentős része a „lassú mozgó” kategóriába esett, ami a változó irányú mozgás gyorsaságának alacsonyabb szintjére utal. Ugyanakkor, ezen belül a kognitív teljesítmény nagyobb szórást mutatott: egyes játékosok gyors, míg mások lassú döntéshozatali képességekkel rendelkeztek. Ez megerősíti azt a nézetet is, miszerint a sportolói teljesítmény multidimenzionális keretben értelmezendő, ahol a fizikai és kognitív tényezők eltérő mértékben járulhatnak hozzá az eredményességhez. Gabbett és mtsai. (2008) eredményeihez hasonlóan jelen eredmények is azt mutatják, hogy a jó fizikai teljesítmény önmagában nem garantálja a kiemelkedő játékteljesítményt, és fordítva: a fejlett kognitív képességek adott esetben képesek kompenzálni a fizikai hiányosságokat. A négy klaszterbe sorolt játékosprofilok lehetőséget nyújtanak az edzéstervezés célzottabb megközelítésére, figyelembe véve a sportolók egyéni erősségeit és fejlesztendő területeit.

6.2.4 A technikai deficit eredményeinek elemzése

A FAT-hoz hasonló struktúrájú utolsó protokoll, a FATS, kapuralövéseket is tartalmazott. Technikai feladatok beépítése az agilitás tesztelésébe ritka, és növeli a mérési protokoll nehézségi fokát, valamint a teljesítmény variabilitását. Mindazonáltal, a két agilitástesztben alkalmazott azonos mozgásmintázat lehetővé tette a technikai deficit különálló értékelését, amely a fizikai és kognitív komponensekkel együtt a feladat egyik fő tényezőjét képezi. A lövéssel kiegészített agilitáspróba kulcskérdése az volt, hogy a

komplexitás növelése miként befolyásolja a megbízhatóságot és az érvényességet az egyszerűbb feladatokhoz (CODS és FAT) képest, valamint, hogy a technikai deficit képes-e további megkülönböztető faktort alkotni a szintek között. A számított TD-érték a lövések végrehajtásához szükséges időt reprezentálja, amelynek hatékonysága függ olyan technikai készségektől, mint például a labdafogás, a labda felemelése és előkészítése lövéshez, valamint a lövés végrehajtása a lehető leggyorsabban, de egyben maximális pontosságra törekedve is. A két vizsgált teljesítményszint között azonban nem mutatkoztak jelentős különbségek sem a próba időbeli végrehajtása, sem a lövési hatékonyság, sem pedig a technikai deficit tekintetében (9. ábra, 11. ábra, 12. ábra). Ez arra utal, hogy az elit csoport esetében a jobb fizikai kapacitás és úszási technika nem feltétlenül eredményez magasabb szintű lövési teljesítményt és rövidebb lövés-végrehajtási időt, mi több, a nem-elit játékosok technikai végrehajtása bizonyos esetekben gyorsabb és pontosabb is volt.

Összességében ezek az eredmények azt sugallják, hogy fiatal vízilabdázók esetében az elit szintű fizikai képességek előnye nem feltétlenül párosul a kognitív vagy technikai kvalitások fölényével. Ez elsőre ellentmondónak tűnhet Platanou és Botonis (2010) megállapításaival, akik szerint a jobb sprintelési úszóteljesítmény és hosszabb edzésmúlt összefügg a nagyobb lövés pontossággal. A jelen vizsgálatban azonban a lövési teljesítményt egy komplex, döntéshozatali és fizikai elemeket is magában foglaló tesztkörnyezetben mértük, nem pedig statikus vagy izolált helyzetekben. A szakirodalmi adatoktól eltérő eredmények tehát a feladathelyzet és a mért változók eltéréséből adódhatnak. Bár statisztikailag szignifikáns eltérések nem voltak, érdemes kiemelni mind a végrehajtási időt, mind a lövési hatékonyság tendenciózus javulását a sorozatok között a nem-elit csoportban, amely a gyakorlathoz való fokozatos alkalmazkodás és minimális fejlődés jeleként értelmezhető. Ezzel szemben az elit csoport teljesítménye változatlan maradt a sorozatok között (11. ábra).

Az előtanulmányhoz hasonlóan itt is megvizsgáltuk a lövési hatékonyság és az időeredmény közötti kapcsolatot (12. ábra). Mivel az előtanulmányban alkalmazott protokollnál az agilitáspróba végrehajtásának teljes időtartama nem mutatott semmilyen kapcsolatot a lövési hatékonysággal, a fő tanulmányban ezt az összefüggést a technikai deficit viszonylatában vizsgáltuk meg. Azt vártuk, hogy a gyorsabb lövés végrehajtás csökkenti a lövési hatékonyságot, illetve fordítva, a lassabb lövés végrehajtás magasabb

hatékonysággal társul. A lövési hatékonyságra a TD-időtartamának nem volt hatása, a nagyon gyenge kapcsolat iránya pedig a két csoportban ellentétes volt, ami szintén érdekes eredmény. Figyelembe véve ezeket az eredményeket, feltételezhető, hogy fiatal játékosok esetében, valamint a vizsgált agilitásfeladat keretein belül, a TD-érték nem alkalmas versenyszintek közötti különbségek jellemzésére. Ugyanakkor érdemes megjegyezni, hogy a kognitív és technikai deficitben tapasztalható teljesítménybeli variabilitás kiküszöbölte a fizikai komponensben megfigyelt különbségeket, azaz a mérési protokoll komplexitásának növelése hasonló teljesítményszintekhez vezetett a két csoportnál.

6.2.5 A sportágspecifikus próbák közötti korrelációk elemzése

Második vizsgálatunk egyik fő célja a kifejlesztett sportágspecifikus teljesítménytesztek egymás közötti korrelációjának vizsgálata, valamint annak feltárása, hogy a fizikai, kognitív és technikai faktorok milyen mértékben járulnak hozzá az agilitásteljesítményhez. A fentiek alapján látható, hogy az alkalmazott mérési protokollok komplexitásának növelése nemcsak a szintek közötti különbségeket csökkentette, hanem a teljesítménykomponensek (fizikai, kognitív, technikai) egymáshoz viszonyított fajlagos súlyát is módosította. Ennek részletesebb megértéséhez a különböző próbák közötti korrelációs viszonyok elemzése is releváns lehet, különös tekintettel a fizikai komponens dominanciájának változására a komplexitás növekedésével.

A legerősebb kapcsolat a lineáris sprintúzás (20 m FSST) és az irányváltatási gyorsaság (CODS) próbák között volt megfigyelhető, ami arra utal, hogy a két próba részben azonos, vagy egymással átfedésben lévő hasonló képességeket mérhet. Ez az eredmény összhangban áll szárazföldi sportágakban kapott eredményekkel (Sheppard és mtsai., 2006; Adebero & Biggs, 2025), jóllehet a lineáris gyorsaság és irányváltatási gyorsaság elméleti szempontból eltérő motoros képességeknek tekinthető. Feltételezhető, hogy fiatal vízilabda-játékosoknál ezen két képesség differenciálása még nem valósult meg teljes mértékben, amely jelentős átfedéseket eredményezhet közöttük a teljesítményben.

Az agilitásprotokollban (FAT) mérsékelt és erős korrelációt tapasztaltunk a két tisztán fizikai jellegű próbával (20 m FSST és CODS), míg a kognitív deficit komponenssel (CD) mérsékelt kapcsolat mutatkozott. Ezen eredmények arra utalnak, hogy a FAT teljesítményét több tényező együttesen befolyásolja, amelyek közül a fizikai

komponensek meghatározóbbak, ugyanakkor nem kizárólagos szerepet töltenek be (7. táblázat). Ezen kapcsolatok erőssége azonban fokozatosan gyengült a komplexitás növekedésével: a FAT-hoz képest a legösszetettebb protokoll (FATS) esetében már nem mutatkozott erős összefüggés a fizikai próbákkal. Ez arra utalhat, hogy a protokollok összetettségének növekedésével a kognitív és technikai tényezők szerepe együttesen módosítja a fizikai tényezők érvényesülését az agilitásteljesítményben.

Az agilitáspróbák komplexitását az inger típusa és száma, valamint az irányváltoztatási lehetőségek száma is befolyásolhatja (Matlák és mtsai., 2016), ami magyarázhatja, hogy az összetettebb feladatokban eltérően érvényesülnek a kognitív és fizikai komponensek. Bár a kognitív feladatok célja a mérkőzésszituációk modellezése volt, a FAT-protokoll esetében az eredmények arra utalnak, hogy jelenlegi formájában a próba csak részben tükrözi a sportágspecifikus kognitív követelményeket. Ezzel szemben a FATS-teszt technikai elemei olyan szintű komplexitást teremthettek, amely megnövelhette a kognitív képességek arányos hozzájárulását is, így jobban közelítve a valós mérkőzésszituációkhoz. Ez felveti a kérdést, hogy a technikai képességek implementációja a mérési protokollba nagyobb mértékben közelíti-e meg a mérkőzésszituációs helyzeteket a tesztelés során, mint csupán a kognitív képességek alkalmazása.

6.2.6 A sportágspecifikus próbák és a mérkőzésindikátorok közötti korrelációk elemzése

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, illetve ezen tényezők kombinációja milyen mértékben korrelál a mérkőzésen nyújtott teljesítménnyel. Az elemzést poszt-specifikus bontásban végeztük (szélsők és centerek-bekkek), azt feltételezve, hogy a próbák komplexitásának növelésével a mérkőzésteljesítmény-indikátorokkal való kapcsolatok erőssége is növekszik. Eredményeink azonban nem igazolták hipotézisünket: a korrelációk szórványosak és inkonzisztensek voltak.

A szélsők esetében az eredmények megegyeznek a szakirodalmi adatokkal, miszerint jellemzően több sprintúszást végeznek (Botonis és mtsai., 2018; D'Auria & Gabbett, 2008; Tan és mtsai., 2009), több kulcspasszt adnak (Fridvalszki és mtsai., 2023) és több

fejfölötti lövést végeznek (Smith, 1998) vízilabda-mérkőzésen (9. táblázat). A jó helyzetfelismerés és a jó technikai képességeiből kiindulva, tehát azt feltételeztük, hogy elsősorban a kognitív és a technikai deficittel találunk szignifikáns kapcsolatokat. Érdekes módon azonban csak a FATS és a 20 m FSST korrelált az összesített lövési hatékonysággal és a kulcspasszokkal (10. táblázat). Eredményeink azt sugallják, hogy a fizikai, kognitív és technikai feladatok (amelyeket a legösszetettebb protokoll foglal magába) együttes hatékony végrehajtása összefügg a lövések hatékonyságával. Mivel azonban az egyenlő létszámmal és az emberelőnyben vezetett támadási szituációkban nem volt kapcsolat, ennek az eredménynek a relevanciája erősen megkérdőjelezhető. Az egyenes vonalú sprintúszás és a kulcspasszok szignifikáns kapcsolata fontos kérdése a vízilabda-mérkőzésszituációinak. A jobb sprintúszás teljesítménye hozzájárul a támadás és a védekezés közötti gyors átmenetekhez (Sekulic és mtsai., 2016; Uljevic és mtsai., 2013). Ezzel összhangban a 20 m FSST és a kulcspasszok közötti szignifikáns korreláció arra is utalhat, hogy azok a játékosok, akik jobb sprintelési teljesítményt nyújtanak, nagyobb eséllyel kerülhetnek gólesélyes helyzetekbe. Ezt az megállapítást Ordóñez és mtsai. (2015) által végzett kutatás eredményei is megerősítették, amely szerint a sprintúszás sebessége fontos tényező a mérkőzés kimenetele szempontjából, elsősorban a kontratámadások sikeres befejezéséhez.

A szélsőkkel ellentétben a center-bekk játékosoknál több és jellemzően magasabb korrelációkat kaptunk a teljesítménytesztek és a mérkőzésindikátorok között (10. táblázat). Míg a szélsők szignifikánsan több kulcspasszt hajtottak végre, addig a center-bekk játékosok több támadószabálytalanságot követtek el a mérkőzéseken (9. táblázat), ami a megnövekedett kontaktussal járó birkózással magyarázható (Botonis és mtsai., 2018; D'Auria & Gabbett, 2008; Tan és mtsai., 2009). A játékososztok közötti azonosságok és különbségek tekintetében vizsgálatunk egyik fontos megállapítása volt a center-bekk játékosok szélsőkhöz viszonyított magasabb lövési hatékonysága (9. táblázat). Habár a korábbi kutatás eredménye sem mutatott szignifikáns eltérést a két csoport között (Fridvalszki és mtsai., 2023), az ott tapasztalt teljesítménykülönbség iránya összhangban áll jelen megállapításainkkal, így a jelenség szakmai értelmezése indokolt. Felosztásunkban a center-bekk csoportban támadó- és védőjátékosok egyaránt tartoztak, akiknek a mérkőzésen ellátott alapvető feladataik eltérnek egymástól. A támadó (center) játékosok számára a mérkőzés folyamán jellemző intenzív birkózás korlátozza a

lövések megfontolt végrehajtását, ezért nehezebb számukra a magas lövési hatékonyság elérése a szélső vagy a bekk játékosokhoz képest. Bár általában közelebbről lőnek, a fizikai kontaktus és a szoros védelem jelentősen befolyásolja a játékbeli teljesítmény maximalizálásának esélyét. Ezzel szemben a védő (bekk) játékosok eltérő követelményeknek kell megfeleljenek, amelyek inkább a védekezésre és az ellentámadásokhoz való gyors alkalmazkodásra fókuszálnak. Vizsgálatunkban e két posztot egy csoportként kezeltük, mivel ebben a korosztályban a támadó és védő szerepkörök gyakran cserélődnek. Fontos megjegyezni, hogy a center-bekk pozícióban játszó játékosok általában nagyobb test- és izomtömeggel rendelkeznek a szélsőkhöz képest, valamint jellemzően endo-mezomorf szomatotípusba sorolhatók (Canossa és mtsai., 2011; Ferragut és mtsai., 2011a). Ez az eltérés a posztspecifikus játékstílus és teljesítménykövetelmények különbözőségével magyarázható.

Vizsgálatunk egyik újdonsága a lövő mozdulat technikai készségének mérésére szolgáló technikai deficit kiszámítása és értelmezése volt. A TD-értékek és a lövési kísérletek száma között mérsékelt, de nem szignifikáns korrelációt figyeltünk meg a center-bekk játékosoknál (10. táblázat). Az alacsonyabb TD-értékek (amelyek magasabb technikai kompetenciára utalnak) a lövési kísérletek számának növekedésével társultak, ami arra enged következtetni, hogy a gyorsabb technikai kivitelezés elősegítheti a több gólszerzési lehetőséget ebben a pozícióban. A TD mellett a FATS időeredménye szignifikáns összefüggést mutatott a lövések számával, hangsúlyozva ezzel azt, hogy a fizikai, kognitív és technikai komponensek együtt hozzájárulhatnak a támadó aktivitás fokozásához. Ennek megfelelően a FATS-protokollon belül a TD-érték kiegészítő betekintést nyújthat a játékosok technikai kompetenciájába, különösen a nagy sebességű, agilitást igénylő mozgások során. Ezek az eredmények arra utalnak, hogy a magas szintű technikai kompetencia a lövési készségekben (azaz a gyorsabb kivitelezés) előnyös lehet a gólszerzés szempontjából, különösen a center pozícióban szereplő játékosok esetében. Ugyanakkor mindez tükrözheti a center játékosokra jellemző eltérő taktikai szerepkört és poszt szerinti követelményeket is, ahol a gólszerzés sikeressége nagyobb mértékben függhet a pozicionálásból és a fizikai nyomásból adódó tényezőktől, semmint kizárólag a lövés végrehajtásának sebességétől.

A korrelációs elemzés azt is kimutatta, hogy a center-bekk játékosoknál a labdaszerzések száma szinte minden próba és teljesítményváltozó esetében gyenge,

mérsékelt és erős összefüggést mutatott. Ez az eredmény hangsúlyozza a jól fejlett fizikai és agilitásképessegek jelentőségét a hatékony védekezés szempontjából, különösen a center pozícióban szereplő játékosok esetében, ahol a központi pályapozícióból adódóan ez kiemelt fontossággal bír.

Az elszenvedett kiállítások száma (negatív indikátor) szokatlan eredményeket hozott, mivel a center-bekk játékosok esetében erős negatív korrelációt mutatott a FAT-tal, valamint mérsékelt, de nem szignifikáns összefüggést a 20 m FSST- és a CD-értékeivel. Feltételezhető, hogy ezek a kedvezőtlen korrelációk nem a játékosok tesztfeladatokban nyújtott teljesítményét tükrözik, hanem sokkal inkább a poszt-specifikus játékhelyzetekből erednek. A centerek és bekkek gyakran vesznek részt intenzív birkózási szituációkban a mérkőzések során, ami megnöveli a szabálytalanságok és így a kiállítások kockázatát. Ez a poszt-specifikus sajátosság magyarázhatja a kiállítások száma és a próbák közötti ellentmondásos kapcsolatot.

Összességében a szórványos szignifikáns korrelációk arra utalnak, hogy továbbra is korlátozott mértékben értjük a sportágspecifikus diagnosztikai mérések hozzájárulását a mérkőzésteljesítményhez. Smart és mtsai. (2014) megállapítása szerint olyan tényezők, mint a csapatdinamika, a vizuális éleslátás vagy a reakcióidő, jelentős hatással vannak a rugbyszakosok pályán mutatott viselkedésére, azonban ezek gyakran nem kerülnek figyelembevételre a hagyományos teljesítményértékelési rendszerekben és mérkőzésteljesítmény-mutatókban. Ezen kívül fontos megjegyezni, hogy a jelenlegi magyar vízilabda teljesítményértékelési rendszer korlátozott, mivel hiányzik egy világosan meghatározott, poszt-specifikus értékelési keretrendszer, annak ellenére, hogy más csapatsportágban ennek módszertanát már kidolgozták (Modric és mtsai., 2019).

Az eredmények értelmezésekor figyelembe kell venni, hogy a sportági teljesítménypróbák közötti, valamint a teljesítménypróbák és a mérkőzésteljesítmény-indikátorok közötti többváltozós korrelációs vizsgálatok során nem került alkalmazásra a többszörös összefüggések miatti *p*-érték-korrekción. Ez növelheti a véletlenszerűen szignifikáns eredmények előfordulásának valószínűségét az elemzésekben. Továbbá, nem mértük külön a döntési időt és a válaszadási pontosságot, amelyek segíthettek volna a kognitív képességek agilitásteljesítményben betöltött szerepének pontosabb elkülönítésében és megértésében. Emellett a minta kizárólag egyetlen korosztály játékosából állt, ami korlátozza az eredmények más életkori csoportokra való

általánosíthatóságát. További korlátot jelenthet, hogy az alkalmazott célzókészlet esetlegesen zavaró tényezőként hathatott a lövések kivitelezésére, és ez váratlan teljesítmény-ingadozást okozhatott. Fontos ugyanakkor megjegyezni, hogy bár a kapus jelenléte még életszerűbbé tette volna a legösszetettebb próbát, alkalmazása jelentősen csökkentette volna a lövési feladat standardizáltságát.

A mérkőzésindikátorokkal kapcsolatos konkurens érvényesség tekintetében további korlátozást jelent az, hogy a résztvevőket játékososztok szerint csoportosítottuk, a tényleges teljesítményszintjük figyelembevétele nélkül. A szigorú beválogatási kritériumok következtében tizenegy játékos kizárásra került a mérés során, ami csökkentette a minta elemszámát, különösen a center-bekek pozíciók esetében. Ez a mintaszűkülés korlátozza azokat a következtetéseket, amelyeket a sportági próbák és a mérkőzésindikátorok közötti korrelációk alapján vonhatunk le. Fontos még megjegyezni, hogy a mérkőzésindikátorok elemzése során nem tudtuk figyelembe venni a játékosok pályán töltött idejét, amely alapvetően befolyásolja a mérkőzésindikátorok mennyiségét, mivel ilyen adat nem állt rendelkezésünkre. A mérkőzésindikátor-értékek kizárólag a Magyar Vízilabda Szövetség hivatalos oldaláról letöltött statisztikai adatbázison alapultak (Magyar Vízilabda Szövetség, n.d.), kutatócsoportunk jegyzőkönyvi elemzést nem végzett. Ebből kifolyólag az adatok megbízhatóságának vizsgálatára nem volt lehetőség.

7. KÖVETKEZTETÉSEK

7.1 A hipotézisek bevalásának értékelése

A célkitűzések fejezetben megfogalmazott hipotéziseinkre, eredményeink alapján az alábbi következtetéseket vonhatjuk le:

H1: Feltételeztük, hogy az agilitásprotokollok magas mérő- és sorozatközi megbízhatóságot mutatnak.

Az előtanulmány eredményei alapján a hipotézis igazoltnak tekinthető. A sorozatok közötti megbízhatóság mind az ICC-, mind pedig a CV-értékek alapján magasnak bizonyult. A mérők közötti eltérések mindkét sorozatban alacsonyak voltak, és az ICC-értékek kiváló megbízhatóságot mutattak.

A fő tanulmány eredményei szintén alátámasztották a hipotézist. A lövés nélküli funkcionális agilitásteszt kiváló, míg a lövéssel kiegészített funkcionális agilitásteszt jó teszt-reteszt megbízhatóságot mutatott.

H2: Feltételeztük, hogy a fő tanulmányban megvizsgált sportágspecifikus protokollok képesek megkülönböztetni az elit- és nem-elit sportolókat.

A hipotézis részben tekinthető igazoltnak. A 20 m gyorsúszás sprintteszt-protokollban, az irányváltoztatási gyorsaságtesztben és a lövés nélküli funkcionális agilitásteszt esetében szignifikáns különbségek mutatkoztak az elit- és nem-elit játékosok között, alátámasztva a konstruktumérvényességet. Ezzel szemben a lövéssel kiegészített agilitásteszt eredményei nem jeleztek statisztikailag igazolható eltérést a két csoport között.

H3: Feltételeztük, hogy a kognitív és technikai deficit komponensek képesek megkülönböztetni az elit- és nem-elit sportolókat.

A hipotézist el kell vetnünk, mert sem a kognitív deficit, sem a technikai deficit eredményei nem mutattak szignifikáns különbséget a csoportok között, így nem alkalmazhatók elit- és nem-elit szintű fiatal játékosok megkülönböztetésére.

H4: Feltételeztük, hogy a lövési hatékonyság negatív kapcsolatban áll az agilitáspróbák végrehajtási sebességével; a gyorsabb végrehajtás alacsonyabb lövési hatékonysággal társul.

A hipotézist el kell vetnünk, mivel nem találtunk összefüggést sem a végrehajtási, sem a technikai deficit időeredménye és a lövési hatékonyság között egyik kifejlesztett protokoll, illetve egyik csoport esetében sem. Ez arra utal, hogy fiatal férfi

vízilabdázóknál a közel maximális sebességű végrehajtás nem befolyásolja a lövési hatékonyságot, a lassabb végrehajtás nem társul magasabb pontossággal.

H5: Feltételeztük, hogy az agilitáspróbák teljesítményét nagyobb mértékben magyarázzák a kognitív és a technikai komponensek, mint a fizikai komponensek.

A hipotézist a lövéssel kiegészített funkcionális agilitásteszt esetében igazoltnak, míg a lövés nélküli protokollban nem tekintjük igazoltnak. Előbbinél a kognitív és technikai deficit értékek nagyobb mértékben járultak hozzá a teljesítményhez a fizikai komponensekkel szemben, míg az utóbbi protokollban a fizikai faktorok jelentősen felülmúlták (elfedték) a kognitív komponens szerepét, annak ellenére, hogy a kapcsolat a kognitív deficit és az agilitáspróba időeredménye között szignifikáns volt.

H6: Feltételeztük, hogy a sportágspecifikus próbák teljesítménye szignifikáns összefüggést mutat a mérkőzésteljesítmény-indikátorokkal.

A hipotézist el kell vetnünk, mivel a korrelációk szórványosak és inkonzisztensek voltak. A sportágspecifikus próbák nem kapcsolódtak a mérkőzésteljesítmény-indikátorokhoz.

7.2 Az előtanulmány konklúziói

Az első vizsgálatban alkalmazott agilitáspróba megbízható mérési eszköznek bizonyult a támadó jellegű agilitásteljesítmény fejlesztésére. 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 a technikai tényezők szerepét és jelentőségét az agilitásteljesítményben, amelyekre a következő vizsgálatok során kerestük a választ.

7.3 A fő tanulmány konklúziói

Az alkalmazott próbák itt 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 agilitás

próbában, 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 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.

Az alkalmazott protokollok nem tudták elfogadhatóan modellezni a mérkőzésbeli teljesítményt, így a sportágspecifikus tesztelési protokollok továbbfejlesztése és a mérkőzésteljesítmény-értékelési rendszer finomítása szükséges, különös figyelmet fordítva a játékososztok sajátosságaira.

Összességében, az újonnan fejlesztett agilitásprotokollok megbízhatónak bizonyultak. Az elit- és nem-elit csoportok közötti összehasonlítás eredményei alátámasztották a próbák konstruktmérvényességét (a legösszetettebb FATS kivételével), ugyanakkor a konkurens érvényesség nem igazolódott. Ez több kérdést is felvet a tesztfeladatok tartalmával és ökológiai érvényességével kapcsolatban, valamint rámutathat az agilitás mérésének sportágspecifikus kihívásaira a vízilabdában – különösen a vízi közegből adódó sajátosságok, és a szárazföldi sportágaktól eltérő mozgásdinamika következtében.

8. ÖSSZEFOGLALÁS

Vízilabdában a sportágspecifikus teljesítménydiagnosztikai mérésekre elsősorban a zárt készségeken alapuló próbák jellemzők, míg a nyitott készségekre épülő agilitásmérés viszonylag kevésbé kutatott. Ezen kívül a mérési protokollok és a mérkőzésbeli teljesítmény közötti kapcsolat vizsgálata eddig nem történt meg, amelynek hiánya több kérdést vet fel a diagnosztikai mérések szakmai alkalmazhatóságával kapcsolatban az edzői gyakorlatban. A kutatás célja az volt, hogy új mérési protokollok kidolgozásával és elemzésével hozzájáruljunk a sportágspecifikus, ezen belül az agilitásra vonatkozó ismeretek bővítéséhez, valamint a diagnosztikai mérések és a mérkőzésen nyújtott teljesítmény közötti kapcsolatok megértéséhez. Emellett a cél a mérések és a versenyhelyzeti teljesítmény közötti sportszakmai „szakadék” áthidalása is volt.

Az új agilitáspróbák tervezésénél a multipozicionális és multidimenzionális irányváltások mellett kiemelt szerepet kaptak a kognitív képességek is, amelyek a játékhelyzetek modellezése alapján gyakran előforduló szituációkat tartalmaztak. A feladatok humán ingerekre adott többszörös választási lehetőségeket tartalmaztak, és a legösszetettebb feladat technikai készségek bevonását is igényelte.

Bár az előtanulmányban kifejlesztett támadásspecifikus agilitáspróba megbízhatónak bizonyult, a konstruktumvaliditás hiánya, valamint módszertani korlátjai további mérési protokollok létrehozását tették szükségessé. A két új funkcionális agilitásprotokoll a fizikai tényezők mellett indirekt módon a kognitív és a technikai tényezőket is mérte. A legösszetettebb protokoll tervezése úgy történt, hogy figyelembe vegye a próbák komplexitásának fokozatos fejlődését, az egyszerűbb feladatoktól a komplexebb feladatok felé történő előrehaladással, tükrözve a próbák „evolúciós” jellegét és a mérkőzések fizikai-kognitív-technikai aspektusait.

Bár a legtöbb próbában jelentős különbségek voltak az elit- és nem-elit játékosok között, eredeti feltételezésünkkel ellentétben a legösszetettebb feladat, valamint a kognitív és technikai deficit értékek megkülönböztető ereje alacsonynak bizonyult. Az eredmények alapján megkérdőjelezhető a próbák képessége adekvát módon tükrözni a vízilabda-specifikus teljesítmény szempontjából kulcsszerepet játszó kognitív és technikai aspektusokat mérkőzés-specifikus környezetben. Ugyanakkor fontos megjegyezni, hogy a legösszetettebb próba végrehajtásánál a fizikai képességek

dominanciája gyengült, ami alátámaszthatja a kognitív és technikai aspektusok agilitástesztokban való jelentőségét.

A dolgozat egy másik érdekes eredménye az, hogy eredeti feltevésünkkel ellentétben nem mutatkozott szignifikáns kapcsolat a lövési hatékonyság és a végrehajtási idő között, sem az elő-, sem a fő tanulmányban. Ez arra utal, hogy fiatal férfi vízilabda-játékosoknál az agilitáspróbák gyorsabb végrehajtása vagy a lövési gyorsaság nem befolyásolja a lövések pontosságát.

Mivel eredményeink nem igazolták a sportágspecifikus tesztelés és a mérkőzésbeli teljesítmény közötti következetes kapcsolatot, szórványos összefüggéseket mutatva, az agilitástesztok továbbfejlesztésének igénye továbbra is fennáll. 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.

Annak érdekében, hogy pontosabb képet kapjunk és közelebb kerüljünk a hivatalos mérkőzések szituációs specifikus 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.

9. SUMMARY

In water polo, sport-specific testing primarily focuses on closed-skill-based test protocols, while agility testing based on open skills remains underexplored. Furthermore, the relationship between performance testing and game performance has not yet been examined. The absence of such data raises several questions regarding the importance and applicability of performance testing in coaching practice. Therefore, this study aimed to contribute to the understanding of sport-specific performance testing by developing and analysing two new agility test protocols. It further examines the relationship between performance testing and on-field success, thereby bridging the 'gap' between diagnostic measurements and actual match performance.

The newly developed agility tests, besides multipositional and multidimensional direction changes, included physical, technical, and cognitive factors designed to mimic real game situations. Cognitive factors were tested using human stimuli, while technical factors involved shooting skills.

The first agility protocol examined, primarily developed to meet the offensive gameplay requirements, proved reliable; however, the lack of construct validity and its methodological limitations necessitated further improvements and the development of new agility protocols. The new agility testing protocols were designed as a progression in complexity, from simple tasks to the most complex, reflecting the evolution of the sport-specific tasks and the physical, cognitive, and technical demands of water polo.

Although there were significant differences between elite and non-elite players in most tasks, contrary to our initial hypothesis, the discriminant power of the most complex task and of the cognitive and technical deficit was trivial. These results challenge the agility protocol's ability to adequately reflect the cognitive and technical aspects that play a key role in water polo-specific performance in a match-specific environment. However, in the most complex task, the dominance of physical components decreased, indirectly indicating the significance of cognitive and technical aspects in agility testing.

Another noteworthy finding of the study was that, contrary to our initial hypothesis, no significant relationship was observed between shooting efficiency and execution time, neither in the preliminary nor in the main study. This suggests that, in young male water polo players, faster agility performance and higher shooting speed do not influence shooting accuracy.

As our results did not confirm a consistent relationship between sport-specific testing and game performance, revealing only sporadic associations, the need for further development of agility tests remains. One direction for improvement is the more isolated assessment of cognitive abilities, such as perceptual processing time, while another involves the development of complex, situational tasks (e.g., 1v1 and 2v2 scenarios) that more closely approximate real-game decision-making contexts.

To achieve a more precise understanding and to better simulate the situation-specific characteristics of official matches within a training environment, clearly defined water polo-specific attributes and position-related criteria are required. Simultaneously, the development of a match performance assessment system based on individual, multidimensional player profiles is warranted, as this may collectively contribute to the structured development of the sport.

10. IRODALOMJEGYZÉK

- Abernethy, B., Thomas, K. T., & Thomas, J. T. (1993). Strategies for improving understanding of motor expertise (or mistakes we have made and things we have learned!!). In J. L. Starkes & F. Allard (Eds.), *Cognitive issues in motor expertise* (pp. 317–356). Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S0166-4115\(08\)61478-8](https://doi.org/10.1016/S0166-4115(08)61478-8)
- Adebero, A. S., & Biggs, D. (2025). Exploring the relationship between change of direction (COD) ability and sprint speed among college athletes: Implications for athletic training programs. *International Journal of Physical Education, Sports and Health*, *12*(2), 358–363. <https://doi.org/10.22271/kheljournal.2025.v12.i2f.3756>
- Alcaraz, P. E., Abalde, J. A., Ferragut, C., Vila, H., Rodríguez, N., & Argudo, F. M. (2012). Relationship between characteristics of water polo players and efficacy indices. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *26*(7), 1852–1857. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318237ea4f>
- Aleksandrović, M., Naumovski, A., Radovanović, D., Georgiev, G., & Popovski, D. (2007). The influence of basic motor abilities and anthropometric measures on the specific motor skills of talented water polo players. *Facta Universitatis, Series: Physical Education and Sport*, *5*(1), 65–74.
- Altmann, S., Kuberczyk, M., Ringhof, S., Neumann, R., & Woll, A. (2018). Relationships between performance test and match-related physical performance parameters: A study in professional soccer players across three seasons. *German Journal of Exercise and Sport Research*, *48*(2), 218–227. <https://doi.org/10.1007/s12662-018-0519-y>
- Altmann, S., Neumann, R., Härtel, S., Kurz, G., Stein, T., & Woll, A. (2021). Agility testing in amateur soccer: A pilot study of selected physical and perceptual-cognitive contributions. *PLoS ONE*, *16*(6), e0253819. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0253819>
- Aquino, R., Vieira, L. H. P., de Paula Oliveira, L., Cruz Gonçalves, L. G., & Pereira Santiago, P. R. (2018). Relationship between field tests and match running performance in high-level young Brazilian soccer players. *The Journal of Sports*

- Medicine and Physical Fitness*, 58(3), 256–262. <https://doi.org/10.23736/s0022-4707.17.06651-8>
- Atkinson, G., & Nevill, A. M. (1998). Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. *Sports Medicine*, 26(4), 217–238. <https://doi.org/10.2165/00007256-199826040-00002>
- Baechle, T. R., & Earle, R. W. (1994). *Essentials of strength and conditioning*. Human Kinetics.
- Baker, D. (1999). A comparison of running speed and quickness between elite professional and young rugby league players. *Strength & Conditioning Coach*, 7(3), 3–7.
- Bampouras, T. M., & Marrin, K. (2010). Reliability of the 30-seconds crossbar jumps water polo test in female players. *Serbian Journal of Sports Sciences*, 4(2), 69–73.
- Barrow, H. M., & McGee, R. (1971). *A practical approach to measurement in physical education* (2nd ed.). Lippincott Williams & Wilkins.
- Bloomfield, J., Ackland, T., & Elliott, B. C. (1994). *Applied anatomy and biomechanics in sport*. Blackwell Scientific Publications.
- Bloomfield, J., Polman, R., O'Donoghue, P., & McNaughton, L. (2007). Effective speed and agility conditioning methodology for random intermittent dynamic type sports. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(4), 1093–1100. <https://doi.org/10.1519/r-20015.1>
- Botonis, P. G., Toubekis, A. G., & Platanou, T. I. (2016). Physical performance during water-polo matches: The effect of the players' competitive level. *Journal of Human Kinetics*, 54, 135–142. <https://doi.org/10.1515/hukin-2016-0042>
- Botonis, P. G., Toubekis, A. G., & Platanou, T. I. (2018). Evaluation of physical fitness in water polo players according to playing level and positional role. *Sports*, 6(4), 157. <https://doi.org/10.3390/sports6040157>
- Botonis, P. G., Toubekis, A. G., & Platanou, T. I. (2019). Physiological and tactical on-court demands of water polo. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(11), 3188–3199. <https://doi.org/10.1519/JSC.00000000000002680>
- Bourgeois, F. A., McGuigan, M. R., Gill, N. D., & Gamble, P. (2017). Physical characteristics and performance in change of direction tasks: A brief review and

- training considerations. *Journal of Australian Strength and Conditioning*, 25(5), 104–117.
- Bradshaw, R. J., Young, W. B., Russell, A., & Burge, P. (2011). Comparison of offensive agility techniques in Australian Rules football. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 14(1), 65–69. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2010.06.002>
- Brughelli, M., Cronin, J., Levin, G., & Chaouachi, A. (2008). Understanding change of direction ability in sport: a review of resistance training studies. *Sports Medicine*, 38(12), 1045–1063. <https://doi.org/10.2165/00007256-200838120-00007>
- Buchheit, M., Mendez-Villanueva, A., Simpson, B. M., & Bourdon, P. C. (2010). Match running performance and fitness in youth soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 31(11), 818–825. <https://doi.org/10.1055/s-0030-1262838>
- Canossa, S., Abraldes, J. A., Estriga, L., Fernandes, R. J., & Garganta, J. (2020). Water polo shooting performance: Differences between world championship winning, drawing and losing teams. *Journal of Human Kinetics*, 72, 203–214. <https://doi.org/10.2478/hukin-2019-0107>
- Canossa, S., Martins, J. F., Figueiredo, P., Fernandes, R. J., Argudo, F. M., & Garganta, J. M. (2011). Kineantropometric profile of Portuguese water polo players. *Portuguese Journal of Sport Sciences*, 11(Suppl. 2), 49–52.
- Carling, C., Reilly, T., & Williams, A. M. (2008). *Performance assessment for field sports*. Taylor & Francis.
- Carling, C., Williams, A. M., & Reilly, T. (2005). *Handbook of soccer match analysis: A systematic approach to improving performance*. Taylor & Francis.
- Casanova, F., Tavares, F., Fernandes, R., & Padilha, M. (2018). The importance of perceptual-cognitive skills in water polo players. In P. Morouço, H. Takagi, & R. Fernandes (Eds.), *Sport science: Current and future trends for performance optimization* (pp. 347–357). ESECS/IPLeiria.
- Castagna, C., Impellizzeri, F., Cecchini, E., Rampinini, E., & Alvarez, J. C. (2009). Effects of intermittent-endurance fitness on match performance in young male soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(7), 1954–1959. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181b7f743>
- Castagna, C., Manzi, V., Impellizzeri, F., Weston, M., & Barbero-Álvarez, J. (2010). Relationship between endurance field tests and match performance in young

- soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(12), 3227–3233. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181e72709>
- Chelladurai, P. (1976). Manifestations of agility. *Journal of the Canadian Association of Health, Physical Education and Recreation*, 42(3), 36–41.
- Clarke, H. H. (1959). *Application of measurement to health and physical education* (3rd ed.). Prentice-Hall.
- Cox, R. H. (2002). *Sport psychology: Concepts and applications* (5th ed.). McGraw-Hill.
- Cunningham, D. J., Shearer, D. A., Drawer, S., Pollard, B., Cook, C. J., Bennett, M., Russell, M., & Kilduff, L. P. (2018). Relationships between physical qualities and key performance indicators during match-play in senior international rugby union players. *PLoS ONE*, 13(9), e0202811. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0202811>
- Currell, K., & Jeukendrup, A. E. (2008). Validity, reliability and sensitivity of measures of sporting performance. *Sports Medicine*, 38(4), 297–316. <https://doi.org/10.2165/00007256-200838040-00003>
- Darras, N. G. (1999). Maximum shooting velocity in water polo direct shot and shot with fairs of the international level athletes participating in the 10th FINA World Cup. *Biomechanics and medicine in swimming VIII : Proceedings of the International Symposium on Biomechanics and Medicine in Swimming. University of Jyväskylä, Finland June 28 - July 2, 1998*, S. 185–190.
- D'Auria, S., & Gabbett, T. (2008). A time-motion analysis of international women's water polo match play. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 3(3), 305–319.
- Docherty, D., Wenger, H. A., & Neary, P. (1988). Time-motion analysis related to the physiological demands of rugby. *Journal of Human Movement Studies*, 14, 269–277.
- Dong, L., Paradelo, D., Delorme, A., Oliveira, J., Parillo, B., Croteau, F., Romeas, T., Dubé, E., Bieuzen, F., Billaut, F., & Berryman, N. (2021). Sport-specific agility and change of direction in water polo: The reliability and validity of two newly developed tests. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(Suppl. 2), S111–S118. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003984>

- Draper, J. A., & Lancaster, M. G. (1985). The 505 test: A test for agility in the horizontal plane. *Australian Journal for Science and Medicine in Sport*, *17*(1), 15–18.
- Escalante, Y., Saavedra, J. M., Mansilla, M., & Tella, V. (2011). Discriminatory power of water polo game-related statistics at the 2008 Olympic Games. *Journal of Sports Sciences*, *29*(3), 291–298. <https://doi.org/10.1080/02640414.2010.532230>
- Escalante, Y., Saavedra, J. M., Tella, V., Mansilla, M., García-Hermoso, A., & Domínguez, A. M. (2012). Water polo game-related statistics in women's international championships: Differences and discriminatory power. *Journal of Sports Science & Medicine*, *11*(3), 475–482.
- Escalante, Y., Saavedra, J. M., Tella, V., Mansilla, M., García-Hermoso, A., & Domínguez, A. M. (2013). Differences and discriminatory power of water polo game-related statistics in men in international championships and their relationship with the phase of the competition. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *27*(4), 893–901. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318260ed85>
- Falk, B., Lidor, R., Lander, Y., & Lang, B. (2004). Talent identification and early development of elite water-polo players: a 2-year follow-up study. *Journal of Sports Sciences*, *22*(4), 347–355. <https://doi.org/10.1080/02640410310001641566>
- Farrow, D., Young, W., & Bruce, L. (2005). The development of a test of reactive agility for netball: A new methodology. *Journal of Science and Medicine in Sport*, *8*(1), 52–60. [https://doi.org/10.1016/s1440-2440\(05\)80024-6](https://doi.org/10.1016/s1440-2440(05)80024-6)
- Feltner, M. E., & Taylor, G. (1997). Three-dimensional kinetics of the shoulder, elbow, and wrist during a penalty throw in water polo. *Journal of Applied Biomechanics*, *13*(3), 347–372. <https://doi.org/10.1123/jab.13.3.347>
- Ferragut, C., Abraldes, J. A., Vila, H., Rodríguez, N., Argudo, F. M., & Fernandes, R. J. (2011a). Anthropometry and throwing velocity in elite water polo by specific playing positions. *Journal of Human Kinetics*, *27*, 31–44. <https://doi.org/10.2478/v10078-011-0003-3>
- Ferragut, C., Vila, H., Abraldes, J. A., Argudo, F., Rodríguez, N., & Alcaraz, P. E. (2011b). Relationship among maximal grip, throwing velocity and

- anthropometric parameters in elite water polo players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 51(1), 26–32.
- Fox, A., Spittle, M., Otago, L., & Saunders, N. (2014). Offensive agility techniques performed during international netball competition. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 9(3), 543–552. <https://doi.org/10.1260/1747-9541.9.3.543>
- Fridvalszki, M., Matlák, J., Kovács, B., Hortobágyi, T., Petridis, L., Dudás, D., Horváth, D., Langmár, G., Györi, T., Matics, Z., & 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(5), 389–403. <https://doi.org/10.7352/ijsp.2023.54.389>
- 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>
- 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>
- 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>
- Gabbett, T., Jenkins, D., & Abernethy, B. (2011). Relationships between physiological, anthropometric, and skill qualities and playing performance in professional rugby league players. *Journal of Sports Sciences*, 29(15), 1655–1664. <https://doi.org/10.1080/02640414.2011.610346>

- Gabbett, T., Kelly, J., & Sheppard, J. (2008). Speed, change of direction speed, and reactive agility of rugby league players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(1), 174–181. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31815ef700>
- Gandouzi, I., Dhahbi, W., Ghouili, H., Bougrine, H., Guelmami, N., Weiss, K., Rosemann, T., Dergaa, I., Knechtle, B., & Abderrahman, A. B. (2025). The team agility plus test: A novel three-dimensional approach for assessing agility in multidirectional sports. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 45, 215–224. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2025.08.021>
- Garcia-Cervantes, L., Ruiz-Lara, E., Iturriaga, F., & Borges Hernandez, P. (2017). Throwing velocity in water polo elite competition: Analysis of associated variables. *Journal of Human Sport & Exercise*, 12(4), 1144–1152. <https://doi.org/10.14198/jhse.2017.124.01>
- Green, B. S., Blake, C., & Caulfield, B. M. (2011). A valid field test protocol of linear speed and agility in rugby union. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(5), 1256–1262. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181d8598b>
- Horníková, H., & Zemková, E. (2022). Determinants of Y-shaped agility test in basketball players. *Applied Sciences*, 12(4), 1865. <https://doi.org/10.3390/app12041865>
- Hraste, M., Karninčić, H., & Drpić, F. (2016). The influence of the wrestling skills on the performance of the center forward and the center defender in water polo. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 56(4), 399–405.
- Hughes, M., & Franks, I. (Eds.). (2004). *Notational analysis of sport: Systems for better coaching and performance in sport* (2nd ed.). Routledge.
- Hughes, M. D., & Bartlett, R. M. (2002). The use of performance indicators in performance analysis. *Journal of Sports Sciences*, 20(10), 739–754. <https://doi.org/10.1080/026404102320675602>
- Iglesias-Pérez, M., Ordóñez, E., & Touriño, C. (2017). Game-related statistics in the Spanish water polo league: Differences between seasons. *Retos*, 33, 228–232. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i33.56007>
- Jeffreys, I. (2006). Motor learning: Applications for agility, part 1. *Strength & Conditioning Journal*, 28(5), 72–76.
- Jeffreys, I. (2010). *Gamespeed: Movement training for superior sports performance*. Coaches Choice.

- Jeffreys, I. (2011). A task-based approach to developing context-specific agility. *Strength & Conditioning Journal*, 33(4), 52–59.
- Johnson, B. L., & Nelson, J. K. (1969). *Practical measurements for evaluation in physical education*. Burgess.
- Kondrič, M., Uljević, O., Gabrilo, G., Kontić, D., & Sekulić, D. (2012). General anthropometric and specific physical fitness profile of high-level junior water polo players. *Journal of Human Kinetics*, 32, 157–165. <https://doi.org/10.2478/v10078-012-0032-6>
- Koo, T. K., & Li, M. Y. (2016). A guideline of selecting and reporting intraclass correlation coefficients for reliability research. *Journal of Chiropractic Medicine*, 15(2), 155–163. <https://doi.org/10.1016/j.jcm.2016.02.012>
- Krolo, A., Gilic, B., Foretic, N., Pojskic, H., Hammami, R., Spasic, M., Uljevic, O., Versic, S., & Sekulic, D. (2020). Agility testing in youth football (soccer) players; evaluating reliability, validity, and correlates of newly developed testing protocols. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(1), 294. <https://doi.org/10.3390/ijerph17010294>
- Lockie, R. G., Jeffriess, M. D., McGann, T. S., Callaghan, S. J., & Schultz, A. B. (2014). Planned and reactive agility performance in semiprofessional and amateur basketball players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(5), 766–771. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2013-0324>
- López-Plaza, D., Borges, P. J., Alacid, F., & Argudo, F. M. (2021). Influence of maturity status on morphology, grip and throwing speed in young elite water polo players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 61(11), 1441–1447. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.20.11776-6>
- Lozovina, V., & Pavicić, L. (2004). Anthropometric changes in elite male water polo players: Survey in 1980 and 1995. *Croatian Medical Journal*, 45(2), 202–205.
- Lupo, C., Capranica, L., Cugliari, G., Gomez, M. A., & Tessitore, A. (2016). Tactical swimming activity and heart rate aspects of youth water polo game. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 56(9), 997–1006.
- Lupo, C., Condello, G., Capranica, L., & Tessitore, A. (2014). Women's water polo world championships: Technical and tactical aspects of winning and losing teams in

- close and unbalanced games. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(1), 210–222. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182955d90>
- Lupo, C., Condello, G., & Tessitore, A. (2012). Notational analysis of elite men's water polo related to specific margins of victory. *Journal of Sports Science and Medicine*, 11(3), 516–525.
- Lupo, C., Tessitore, A., Minganti, C., & Capranica, L. (2010). Notational analysis of elite and sub-elite water polo matches. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(1), 223–229. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181c27d36>
- Lupo, C., Tessitore, A., Minganti, C., King, B., Cortis, C., & Capranica, L. (2011). Notational analysis of American women's collegiate water polo matches. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(3), 753–757. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181cc245c>
- Magyar Vízilabda Szövetség. (n.d.) *Bajnokságok – adatbázis*. Hozzáférés dátuma: 2026. január 8., <https://adatbank.waterpolo.hu/bajnoksagok>
- Marrin, K., & Bampouras, T. M. (2007). Anthropometric and physiological characteristics of elite female water polo players. In M. Marfell-Jones & T. Olds (Eds.), *Kinanthropometry X* (pp. 158–170). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203944745>
- Martin, R., & Saller, K. (1957). *Lehrbuch der Anthropologie I-IV*. Gustav Fischer Verlag.
- Mathews, D. K. (1973). *Measurements in physical education*. W. B. Saunders.
- 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>
- Matlák, J., Tihanyi, J., & Rácz, L. (2016). Relationship between reactive agility and change of direction speed in amateur soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(6), 1547–1552. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000001262>
- McCluskey, L., Lynskey, S., Leung, C. K., Woodhouse, D., Briffa, K., & Hopper, D. (2010). Throwing velocity and jump height in female water polo players:

- Performance predictors. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(2), 236–240. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2009.02.008>
- Meckel, Y., Machnai, O., & Eliakim, A. (2009). Relationship among repeated sprint tests, aerobic fitness, and anaerobic fitness in elite adolescent soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(1), 163–169. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31818b9651>
- Meissel, K., & Yao, E. (2024). Using Cliff's delta as a non-parametric effect size measure: An accessible web app and R tutorial. *Practical Assessment, Research, and Evaluation*, 29(1), 2. <https://doi.org/10.7275/pare.1977>
- Melchiorri, G., Castagna, C., Sorge, R., & Bonifazi, M. (2010). Game activity and blood lactate in men's elite water-polo players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(10), 2647–2651. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181e3486b>
- Melchiorri, G., Viero, V., Triossi, T., De Sanctis, D., Padua, E., Salvati, A., Galvani, C., Bonifazi, M., Del Bianco, R., & Tancredi, V. (2015a). Water polo throwing velocity and kinematics: Differences between competitive levels in male players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 55(11), 1265–1271.
- Melchiorri, G., Viero, V., Triossi, T., Tancredi, V., Galvani, C., & Bonifazi, M. (2015b). Testing and training of the eggbeater kick movement in water polo: Applicability of a new method. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(10), 2758–2764. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000000946>
- Mészáros, J., Soliman, Y. A., Othman, M., & Mohácsi, J. (1998). Body composition and peak aerobic power in international level Hungarian athletes. *Facta Universitatis, Series: Physical Education and Sport*, 1(5), 21–27.
- Modric, T., Versic, S., Sekulic, D., & Liposek, S. (2019). Analysis of the association between running performance and game performance indicators in professional soccer players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(20), 4032. <https://doi.org/10.3390/ijerph16204032>
- Moreno, E. V. (1995). Developing quickness, part II. *Strength & Conditioning Journal*, 17(1), 38–39.
- Morral-Yepes, M., Moras, G., Bishop, C., & Gonzalo-Skok, O. (2020). Assessing the reliability and validity of agility testing in team sports: A systematic review.

- Journal of Strength and Conditioning Research*, 36(7), 2035–2049.
<https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000003753>
- Mujika, I., McFadden, G., Hubbard, M., Royal, K., & Hahn, A. (2006). The water-polo intermittent shuttle test: A match-fitness test for water-polo players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 1(1), 27–39.
<https://doi.org/10.1123/ijsp.1.1.27>
- Nikšić, E., Beganović, E., & Mirvic, E. (2020). Anthropometric characteristics of top water polo players in relation to playing position in the game. *Journal of Physical Education and Sport*, 20(6), 3491–3496. <https://doi.org/10.7752/jpes.2020.06471>
- Olympics. (n.d). *Water polo*. Hozzáférés dátuma: 2026. január 8.,
<https://www.olympics.com/en/sports/water-polo/>
- Ordóñez, E. G., Gonzalez, C. T., & Pérez, M. del C. I. (2015). Offensive Performance Indicators in a Regular Season of Water-Polo. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 15(3), 1114–1123.
<https://doi.org/10.1080/24748668.2015.11868855>
- Paul, D. J., Gabbett, T. J., & Nassis, G. P. (2016). Agility in team sports: Testing, training and factors affecting performance. *Sports Medicine*, 46(3), 421–442.
<https://doi.org/10.1007/s40279-015-0428-2>
- Pekas, D., Trajković, N., & Krističević, T. (2016). Relation between fitness tests and match performance in junior soccer players. *Montenegrin Journal of Sports Science and Medicine*, 9(Suppl. 2), 88–92.
- Pinnington, H. C., Dawson, B. T., & Blanksby, B. A. (1988). Heart rate responses and the estimated energy requirements of playing water polo. *Journal of Human Movement Studies*, 15(3), 101–118.
- Platanou, T. (2004). Time-motion analysis of international level water polo players. *Journal of Human Movement Studies*, 46(4), 319–331.
- Platanou, T. (2006). Simple ‘in water’ vertical jump testing in water polo players. *Kinesiology*, 38(1), 57–62.
- Platanou, T. (2009). Physiological demands of water polo goalkeeping. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(1), 244–250.
<https://doi.org/10.1016/j.jsams.2007.09.011>

- Platanou, T., & Botonis, P. (2010, January). *Throwing accuracy of water polo players of different training age and fitness level in static position and after previous swimming* [Conference paper]. XI World Symposium on Biomechanics and Medicine in Swimming, Oslo, Norway. <https://www.researchgate.net/publication/271521374>
- Platanou, T., & Geladas, N. (2006). The influence of game duration and playing position on intensity of exercise during match-play in elite water polo players. *Journal of Sports Sciences*, 24(11), 1173–1181. <https://doi.org/10.1080/02640410500457794>
- Pojskic, H., Åslin, E., Krolo, A., Jukic, I., Uljevic, O., Spasic, M., & Sekulic, D. (2018). Importance of reactive agility and change of direction speed in differentiating performance levels in junior soccer players: Reliability and validity of newly developed soccer-specific tests. *Frontiers in Physiology*, 9, 506. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00506>
- Prieto, J., Gómez, M.-Á., & Pollard, R. (2013). Home advantage in men's and women's Spanish first and second division water polo leagues. *Journal of Human Kinetics*, 37, 137–143. <https://doi.org/10.2478/hukin-2013-0034>
- Prion, S., & Haerling, K. A. (2014). Making sense of methods and measurement: Spearman-Rho ranked-order correlation coefficient. *Clinical Simulation in Nursing*, 10(10), 535–536. <https://doi.org/10.1016/j.ecns.2014.07.005>
- Rampinini, E., Bishop, D., Marcora, S. M., Ferrari Bravo, D., Sassi, R., & Impellizzeri, F. M. (2007). Validity of simple field tests as indicators of match-related physical performance in top-level professional soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, 28(3), 228–235. <https://doi.org/10.1055/s-2006-924340>
- Rayner, R. J., & Young, W. B. (2015). Correlations between attacking agility, defensive agility, change of direction speed and reactive strength in Australian footballers. *Journal of Australian Strength and Conditioning*, 23(6), 108–112.
- Rebelo, A., Brito, J., Seabra, A., Oliveira, J., & Krustup, P. (2014). Physical match performance of youth football players in relation to physical capacity. *European Journal of Sport Science*, 14(Suppl. 1), S148–S156. <https://doi.org/10.1080/17461391.2012.664171>

- Rechichi, C., Dawson, B., & Lawrence, S. R. (2000). A multistage shuttle swim test to assess aerobic fitness in competitive water polo players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 3(1), 55–64. [https://doi.org/10.1016/s1440-2440\(00\)80048-1](https://doi.org/10.1016/s1440-2440(00)80048-1)
- Reilly, T., Williams, A. M., Nevill, A., & Franks, A. (2000). A multidisciplinary approach to talent identification in soccer. *Journal of Sports Sciences*, 18(9), 695–702. <https://doi.org/10.1080/02640410050120078>
- Ross, A., Gill, N., Cronin, J., & Malcata, R. (2015). The relationship between physical characteristics and match performance in rugby sevens. *European Journal of Sport Science*, 15(6), 565–571. <https://doi.org/10.1080/17461391.2015.1029983>
- Royal, K. A., Farrow, D., Mujika, I., Halson, S. L., Pyne, D., & Abernethy, B. (2006). The effects of fatigue on decision making and shooting skill performance in water polo players. *Journal of Sports Sciences*, 24(8), 807–815. <https://doi.org/10.1080/02640410500188928>
- Salaj, S., & Markovic, G. (2011). Specificity of jumping, sprinting, and quick change-of-direction motor abilities. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(5), 1249–1255. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181da77df>
- Scanlan, A., Humphries, B., Tucker, P. S., & Dalbo, V. (2014). The influence of physical and cognitive factors on reactive agility performance in men basketball players. *Journal of Sports Sciences*, 32(4), 367–374. <https://doi.org/10.1080/02640414.2013.825730>
- Scanlan, A. T., Tucker, P. S., & Dalbo, V. J. (2015). The importance of open- and closed-skill agility for team selection of adult male basketball players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 55(5), 390–396.
- Schober, P., Boer, C., & Schwarte, L. A. (2018). Correlation coefficients: Appropriate use and interpretation. *Anesthesia & Analgesia*, 126(5), 1763–1768. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000002864>
- Sekulic, D., Kontic, D., Esco, M. R., Zenic, N., Milanovic, Z., & Zvan, M. (2016). Sport-specific conditioning variables predict offensive and defensive performance in high-level youth water polo athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(5), 1316–1324. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000001213>

- Sekulic, D., Krolo, A., Spasic, M., Uljevic, O., & Peric, M. (2014). The development of a new stop'n'go reactive-agility test. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(11), 3306–3312. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000000515>
- Sekulic, D., Pehar, M., Krolo, A., Spasic, M., Uljevic, O., Calleja-González, J., & Sattler, T. (2017). Evaluation of basketball-specific agility: Applicability of preplanned and nonplanned agility performances for differentiating playing positions and playing levels. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(8), 2278–2288. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000001646>
- Serpell, B. G., Ford, M., & Young, W. B. (2010). The development of a new test of agility for rugby league. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(12), 3270–3277. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181b60430>
- Sheppard, J. M., & Young, W. B. (2006). Agility literature review: Classifications, training and testing. *Journal of Sports Sciences*, 24(9), 919–932. <https://doi.org/10.1080/02640410500457109>
- Sheppard, J. M., Young, W. B., Doyle, T. L., Sheppard, T. A., & Newton, R. U. (2006). An evaluation of a new test of reactive agility and its relationship to sprint speed and change of direction speed. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 9(4), 342–349. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2006.05.019>
- Smart, D., Hopkins, W. G., Quarrie, K. L., & Gill, N. (2014). The relationship between physical fitness and game behaviours in rugby union players. *European Journal of Sport Science*, 14(Suppl. 1), S8–S17. <https://doi.org/10.1080/17461391.2011.635812>
- Smith, H. K. (1998). Applied physiology of water polo. *Sports Medicine*, 26(5), 317–334. <https://doi.org/10.2165/00007256-199826050-00003>
- Snyder, P. (2008). *Water polo for players & teachers of aquatics*. L.A. Olympic Foundation. <https://books.google.hu/books?id=Dsl7IXijtq0C>
- Spasic, M., Krolo, A., Zenic, N., Delextrat, A., & Sekulic, D. (2015). Reactive agility performance in handball; development and evaluation of a sport-specific measurement protocol. *Journal of Sports Science and Medicine*, 14(3), 501–506.
- Spiteri, T., Cochrane Wilkie, J., & Nimphius, S. (2012). Comparison of running times during reactive offensive and defensive agility protocols. *Journal of Australian Strength and Conditioning*, 20, 73–79.

- Spiteri, T., Hart, N. H., & Nimphius, S. (2014). Offensive and defensive agility: A sex comparison of lower body kinematics and ground reaction forces. *Journal of Applied Biomechanics*, 30(4), 514–520. <https://doi.org/10.1123/jab.2013-0259>
- Stevens, H. B., Brown, L. E., Coburn, J. W., & Spiering, B. A. (2010). Effect of swim sprints on throwing accuracy and velocity in female collegiate water polo players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(5), 1195–1198. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181d82d3b>
- Sullivan, G. M., & Feinn, R. (2012). Using effect size—or why the p value is not enough. *Journal of Graduate Medical Education*, 4(3), 279–282. <https://doi.org/10.4300/jgme-d-12-00156.1>
- Tan, F., Polglaze, T., & Dawson, B. (2009). Activity profiles and physical demands of elite women’s water polo match play. *Journal of Sports Sciences*, 27(10), 1095–1104. <https://doi.org/10.1080/02640410903207416>
- Tan, F. H., Polglaze, T., & Dawson, B. (2010). Reliability of an in-water repeated-sprint test for water polo. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 5(1), 117–120. <https://doi.org/10.1123/ijsp.5.1.117>
- Tsekouras, Y. E., Kavouras, S. A., Campagna, A., Kotsis, Y. P., Syntosi, S. S., Papazoglou, K., & Sidossis, L. S. (2005). The anthropometrical and physiological characteristics of elite water polo players. *European Journal of Applied Physiology*, 95(1), 35–41. <https://doi.org/10.1007/s00421-005-1388-2>
- Tucher, G., de Souza Castro, F. A., da Silva, A. J. R. M., & Garrido, N. D. (2015). The functional test for agility performance is a reliable quick decision-making test for skilled water polo players. *Journal of Human Kinetics*, 46, 157–165. <https://doi.org/10.1515/hukin-2015-0044>
- Tucher, G., de Souza Castro, F. A., Garrido, N. D., & da Silva, A. J. R. M. (2014). The reliability of a functional agility test for water polo. *Journal of Human Kinetics*, 41, 181–190. <https://doi.org/10.2478/hukin-2014-0046>
- Tucher, G., da Silva, A. J. R. M., Garrido, N. D., & de Souza Castro, F. A. (2016). Sensitivity and validity of a functional test for agility performance in water polo players. *Kinesiology*, 48(1), 124–131. <https://doi.org/10.26582/k.48.1.3>
- Tucher, G., Telles, S. de C. C., Cabral, R. G., Garrido, N. D., & de Souza Castro, F. A. (2021). Water polo performance classification based on the functional test for

- agility performance: A long-term training tool. *The Open Sports Sciences Journal*, 14, 132–136. <https://doi.org/10.2174/1875399X02114010132>
- Tukey, J. W. (1977). *Exploratory data analysis*. Addison-Wesley.
- Uljevic, O., Esco, M. R., & Sekulic, D. (2014). Reliability, validity, and applicability of isolated and combined sport-specific tests of conditioning capacities in top-level junior water polo athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(6), 1595–1605. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000000308>
- Uljevic, O., Spasic, M., & Sekulic, D. (2013). Sport-specific motor fitness tests in water polo: Reliability, validity and playing position differences. *Journal of Sports Science and Medicine*, 12(4), 646–654.
- Van der Wende, K. (2005). *The effects of game-specific task constraints on the outcome of the water polo shot* (Unpublished master's thesis). Auckland University of Technology.
- Weiner, J. S., & Lourie, J. A. (1969). *Human biology: A guide to field methods*. Blackwell Scientific.
- Weir, J. P. (2005). Quantifying test-retest reliability using the intraclass correlation coefficient and the SEM. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(1), 231–240. <https://doi.org/10.1519/15184.1>
- Williams, A. M., & Reilly, T. (2000). Talent identification and development in soccer. *Journal of Sports Sciences*, 18(9), 657–667. <https://doi.org/10.1080/02640410050120041>
- Williams, M. N. C., & Grau, S. (2020). Physical performance and the relationship to game performance in elite adolescent ice hockey: A case study. *IUSCA Journal*, 1(1), 1–11. <https://doi.org/10.47206/iuscaj.v1i1.3>
- World Aquatics. (n.d.). *Competition Regulations*. Hozzáfértés dátuma: 2026. január 8., <https://www.worldaquatics.com/rules/competition-regulations>
- Young, W. B., Dawson, B., & Henry, G. J. (2015). Agility and change-of-direction speed are independent skills: Implications for agility in invasion sports. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 10(1), 159–169. <https://doi.org/10.1260/1747-9541.10.1.159>

- Young, W. B., & Farrow, D. (2013). The importance of a sport-specific stimulus for training agility. *Strength & Conditioning Journal*, 35(2), 39–43. <https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e3182838f21>
- Young, W. B., James, R., & Montgomery, I. (2002). Is muscle power related to running speed with changes of direction? *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 42(3), 282–288.
- Young, W. B., & Murray, M. P. (2017). Reliability of a field test of defending and attacking agility in Australian football and relationships to reactive strength. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(2), 509–516. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000001498>
- Young, W., Rayner, R., & Talpey, S. (2021). It's time to change direction on agility research: A call to action. *Sports Medicine - Open*, 7(1), 12. <https://doi.org/10.1186/s40798-021-00304-y>
- Young, W. B., & Willey, B. (2010). Analysis of a reactive agility field test. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(3), 376–378. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2009.05.006>
- Zinner, C., Sperlich, B., Krueger, M., Focke, T., Reed, J., & Mester, J. (2015). Strength, endurance, throwing velocity and in-water jump performance of elite German water polo players. *Journal of Human Kinetics*, 45, 149–156. <https://doi.org/10.1515/hukin-2015-0015>
- Živković, A., Marković, S., Cuk, I., Knežević, O. M., & Mirkov, D. M. (2025). Reliability and validity of key performance metrics of modified 505 test. *Life*, 15(2), 198. <https://doi.org/10.3390/life15020198>

11. SAJÁT KÖZLEMÉNYEK JEGYZÉKE

11.1 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>

11.2 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>

11.3 Az értekezés témájához nem kapcsolódó saját közlemények jegyzéke

1. Havanez, 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>

12. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A vízilabda iránti fokozott érdeklődésem 2018-ban kezdődött, amikor beléptem a sportágba, és rendkívüli szeretetben és megbecsülésben részesültem. E kezdeti lelkesedés, izgatottság és elkötelezettség ösztönzött arra, hogy figyelmem a vízilabda sportág tudományos kutatásai felé forduljon.

Ez a tézis számos személy támogatásának köszönhető, akiknek ezúton is hálával tartozom. Külön köszönettel tartozom mindazoknak – különösen a játékosoknak, edzőknek és sportvezetőknek –, akik hozzájárultak a kutatások megvalósításához.

Köszönettel tartozom Dr. Annár Dorinának, Bujáki-Dudás Donatellának, Fekete Dávidnak, Havenecz Krisztiánnak, Horváth Dávidnak, Dr. Kovács Bálintnak, Langmár Gergelynek, Dr. Matlák Jánosnak, Tróznai Zsófiának és Dr. Utczás Katinkának a vizsgálatokban való részvételükért és áldozatos munkájukért.

Köszönöm Dr. Rác Leventének, aki barátként, mentorként és társ-témavezetőként nyújtott felbecsülhetetlen szakmai segítséget az elmúlt évek során.

Hálával tartozom Dr. Petridis Leonidasnak, aki társ-témavezetőként és szakmai motorjaként támogatta kutatói munkámat; szaktudása, tapasztalata és iránymutatása nélkül a témában megjelent cikkek és ez az értekezés nem jöhetett volna létre.

Végtelen hálámat és köszönetemet szeretném kifejezni szüleimnek és testvéreimnek, akik támogatásukkal, bátorításukkal, belém vetett hitükkel és bizalmukkal mérhetetlen segítséget nyújtottak. Doktori disszertációmot nagymamámnak ajánlom, aki mindvégig inspirált a munkám során, és legnagyobb támogatóként kísérte tanulmányaimat.