

Különböző stratégiájú és korú férfi élvonalbeli teniszezők terhelési profiljának vizsgálata a technikai-taktikai cselekvések viszonyában

Doktori értekezés

Tóth Péter János

Magyar Testnevelési és Sporttudományi Egyetem
Sporttudományok Doktori Iskola



MAGYAR TESTNEVELÉSI
ÉS SPORTTUDOMÁNYI
EGYETEM
BUDAPEST

Témavezető: Dr. Ökrös Csaba egyetemi docens, PhD

Hivatalos bírálók: Dr. Atlasz Tamás egyetemi tanár, PhD
Dr. Ihász Ferenc egyetemi tanár, PhD

Budapest
2026

TARTALOMJEGYZÉK

RÖVIDÍTÉSEK JEGYZÉKE	3
ÁBRÁK JEGYZÉKE	6
1. BEVEZETÉS	8
2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS	12
2.1. A tenisz mérkőzések általános terhelési profilja	12
2.1.1. <i>A mérkőzések idődimenziói és aktivitási profilja</i>	12
2.1.2. <i>A mérkőzések futási aktivitásai</i>	15
2.1.3. <i>A mérkőzések fiziológiás profilja</i>	22
2.1.4. <i>A mérkőzéseken előforduló általános taktikai alapelvek</i>	27
2.1.5. <i>A játéktílusok csoportosítása</i>	34
2.1.6. <i>A mérkőzéseken előforduló általános technikai alapelvek</i>	36
2.2. A tenisz mérkőzések speciális terhelési profiljai a kontextusok függvényében	40
2.2.1. <i>Az integrált teljesítmény elemzés bemutatása</i>	40
2.2.2. <i>A tenisz mérkőzések terhelési profiljai a tudásszint és a mérkőzések kimenetele szempontjából</i>	43
2.2.3. <i>A tenisz mérkőzések terhelési profiljai a játéktílusok- és stratégiák szempontjából</i>	45
3. CÉLKITŰZÉSEK	48
4. MÓDSZEREK	51
4.1. A támadó (offenzív) és védekező (defenzív) játékstratégiák összehasonlító vizsgálata	51
4.1.1. <i>Általános leírás</i>	51
4.1.2. <i>Vizsgálati személyek</i>	52
4.1.3. <i>Vizsgálati protokoll</i>	53
4.1.4. <i>Vizsgált változók</i>	54
4.1.4.1. <i>Futási aktivitások</i>	54
4.1.4.2. <i>Ütési aktivitások</i>	56
4.1.4.3. <i>Belső edzésterhelés</i>	57
4.2. A támadó alapvonal és a védekező alapvonal játéktílusok, és a mérkőzések győztesének és vesztesének összehasonlító vizsgálata	58
4.2.1. <i>Általános leírás</i>	58

4.2.2. Vizsgálati személyek	58
4.2.3. Vizsgálati protokoll	59
4.2.4. Vizsgált változók.....	61
4.2.4.1. Aktivitási profil	61
4.2.4.2. Futási aktivitások.....	62
4.2.4.3. Belső edzésterhelés.....	65
4.3. Statisztikai számítások	66
5. EREDMÉNYEK	68
5.1. A támadó (offenzív) és védekező (defenzív) játékstratégiák összehasonlító vizsgálata	68
5.2. A támadó alapvonal és a védekező alapvonal játékstílusok, és a mérkőzések győztesének és vesztesének összehasonlító vizsgálata.....	72
5.2.1. Játékstílusok	72
5.2.2. Mérkőzések kimenetele	78
6. MEGBESZÉLÉS	82
6.1. A támadó (offenzív) és védekező (defenzív) játékstratégiák összehasonlítása	83
6.2. A támadó alapvonal és a védekező alapvonal játékstílusok, és a mérkőzések győztesének és vesztesének összehasonlítása	88
6.2.1. Játékstílusok összehasonlítása és aktivitási profilok jellemzése	89
6.2.2. A mérkőzések győztesének és vesztesének összehasonlítása.....	94
7. KÖVETKEZTETÉSEK.....	99
7.1. Következtetések összefoglalása.....	99
7.2. Gyakorlati alkalmazhatóság.....	101
7.3. A vizsgálatok limitációi és erősségei.....	104
8. ÖSSZEFOGLALÁS	106
9. SUMMARY	107
10. IRODALOMJEGYZÉK	108
11. SAJÁT PUBLIKÁCIÓK JEGYZÉKE.....	136
12. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS.....	138

RÖVIDÍTÉSEK JEGYZÉKE

ABP	atletikus alapállás – athletic base position
ACC _{max}	maximális gyorsulás – maximal acceleration
ACWR	akut:krónikus terhelési arány – acute:chronic workload ratio
AL	figyelmeztetési terhelés – alert load
AP	aktivitási profil – activity profil
ATP	Hivatásos Teniszezők Szövetsége – Association of Tennis Professionals
a _x	laterális gyorsulás – lateral acceleration
a _y	lineáris gyorsulás – linear acceleration
a _z	vertikális gyorsulás – vertical acceleration
BHs	fonák pörgetés – backhand stroke spin
BHSL	fonák ütés terhelés – backhand stroke load
BHv	fonák ütési sebesség – backhand stroke velocity
CoDHL	magas-intenzitású ($\geq 2,5 \text{ m/s}^2$) balra történő irányváltás – high-intensity left change-of-direction
CoDHR	magas-intenzitású ($\geq 2,5 \text{ m/s}^2$) jobbra történő irányváltás – high-intensity right change-of-direction
CoDLL	alacsony-intenzitású ($< 2,5 \text{ m/s}^2$) balra történő irányváltás – low-intensity left change-of-direction
CoDLR	alacsony-intenzitású ($< 2,5 \text{ m/s}^2$) jobbra történő irányváltás – low-intensity right change-of-direction
DEC _{max}	maximális lassulás – maximal deceleration
DL	dinamikus terhelés – dynamic load
DR	labdamenetek időtartama – duration of the rallies
EPT	effektív játékidő – effective playing time
ETA	Európai Tenisz Szövetség – European Tennis Association
FA	futási aktivitások – running activities
FHs	tenyeres pörgetés – forehand stroke spin
FHSL	tenyeres ütés terhelés – forehand stroke load
FHv	tenyeres ütési sebesség – forehand stroke velocity
GNSS	globális helymeghatározó műholdrendszer – Global Navigation Satellite System

HiA	magas-intenzitású ($\geq 2 \text{ m/s}^2$) gyorsulások száma – high-intensity accelerations
HiCoD	magas-intenzitású ($\geq 2 \text{ m/s}^2$) irányváltások száma – high-intensity change-of-directions
HiD	magas-intenzitású ($\leq -2 \text{ m/s}^2$) lassulások száma – high-intensity decelerations
HIIT	magas-intenzitású intervall edzés – high-intensity intervall training
HR	szívfrekvencia – heart rate
IMA	inerciális mozgáselemzés – inertial movement analysis
IMU	inerciális mérőegység - inertial measurement unit
ITF	Nemzetközi Tenisz Szövetség – International Tennis Federation
KPI	kulcs teljesítmény mutató – key performance indicator
LiL	alacsony-intenzitású terhelés – low-intensity load
MAS	maximális aerob sebesség – maximal aerob speed
mPL	mozgásalapú PlayerLoad™ - movement-based PlayerLoad™
MSS	maximális sprint sebesség - maximal sprint speed
MVC	maximális akaratlagos kontrakció - maximal voluntary contraction
NR	labdamenetek száma – number of rallies
OSL	egyéb ütés terhelés – other stroke load
PL	PlayerLoad™
RFD	erőfelfutás meredeksége – rate of force development
RL	futó terhelés – running load
RPE	átélt erőfeszítés nagysága – rating of perceived exertion
RT	pihenőidő a labdamenetek között – rest time between rallies
SL	adogatás terhelés – serve load
sPL	ütésalapú PlayerLoad™ - stroke-based PlayerLoad™
Sp _{max}	maximális sebesség - maximal speed
SPR	ütések száma labdamenetenként – strokes per rally
SRR	sebességtartalék arány – speed reserve ratio
SSC	nyújtásos-rövidüléssel ciklus – stretch-shortening cycle
TOH	szökkenés legmagasabb pontja – top of the hop
TTL	összes tenisz-specifikus terhelés – total tennis load

ÜA	ütési aktivitások – tennis shot activities
VO ₂	oxigénfelvevő képesség – oxygen consumption
VO _{2max}	maximális oxigénfelvevő képesség – maximal oxygen consumption
W:R	terhelés:pihenés aránya – work:rest ratio

ÁBRÁK JEGYZÉKE

1. ábra. A három fő játékszóna (hátsó, középső és háló), ahol a teniszezők játszanak az egyes játékokban.....	30
2. ábra. Az integrált teljesítmény elemzés teoretikus modellje a sportjátékokban.....	42
3. ábra. Az első vizsgálat protokolljának sematikus ábrája.....	54
4. ábra. A PlayerLoad™ külső edzésterhelési mutató kiszámításának képlete.....	56
5. ábra. A Zepp Tennis 2.2.1 szenzor rögzítése a játékosok ütőin.	57
6. ábra. A második vizsgálat protokolljának sematikus ábrája.	61
7. ábra. A Catapult Vector S7 szenzor rögzítése a játékosokon.	64
8. ábra. A defenzív és offenzív stratégiai kondíciók közötti különbség a PlayerLoad™ változóban.....	68
9. ábra. A defenzív és offenzív stratégiai kondíciók közötti különbség az alacsony-intenzitású ($< 2,5 \text{ m/s}^2$) jobbra történő irányváltás (CoDLR) változóban.....	69
10. ábra. A defenzív és offenzív stratégiai kondíciók közötti különbség a tenyeres pörgetés (FHs) változóban.....	70
11. ábra. A defenzív és offenzív stratégiai kondíciók közötti különbség a fonák pörgetés (BHs) változóban..	71
12. ábra. A támadó- és védekező alapvonal játéktílusok közötti különbség a magas-intenzitású ($\leq -2 \text{ m/s}^2$) lassulás (HiD) változóban..	74
13. ábra. A támadó- és védekező alapvonal játéktílusok közötti különbség az egyéb ütési terhelés (OSL) változóban.	75
14. ábra. A mérkőzés győztese és vesztese közötti különbség a futó terhelés (RL) változóban.....	78
15. ábra. A mérkőzés győztese és vesztese közötti különbség az átélt erőfeszítés nagysága (RPE) változóban.....	80

TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

1. táblázat. Különböző szintű és pályaborítású mérkőzések idődimenzió jellemzői. ...	14
2. táblázat. Különböző pályaborítású mérkőzések lokomotorikus futási jellemzői.	17
3. táblázat. A külső edzésterhelést és a belső edzésterhelést vizsgáló publikációk aránya.....	27
4. táblázat. Az első vizsgálat résztvevőinek általános adatai.	53
5. táblázat. A második vizsgálat résztvevőinek általános adatai.....	59
6. táblázat. Az offenzív és defenzív játéktaktikai kondíciók eredményei a futási- és ütési aktivitások, és a belső edzésterhelés viszonylatában.	72
7. táblázat. A szimulált mérkőzések aktivitási profil adatai.....	73
8. táblázat. A futási aktivitások és a belső edzésterhelés változók eredményei a két játéktípus viszonylatában.	77
9. táblázat. A futási aktivitások és a belső edzésterhelés változók eredményei a mérkőzések kimenetele viszonylatában.....	81

1. BEVEZETÉS

A tenisz a sportjátékok közül az egyik legkomplexebb ütős sportág. A francia eredetű „jeu de paume” („tenyérjáték”) nevezetű labdás játékból alakult ki, amely később, a 19. század második felére nyerte el a mostani modern formáját az angolok továbbfejlesztése által. Az eredeti szabályokat 1874-ben jegyezték fel először, mégpedig az első hivatalos szabálykönyv Walter Clopton Wingfield nevéhez köthető, aki ebben az évben szabadalmaztatta az akkori formájában. Az első nagy tenisz verseny a Wimbledon tenisz torna volt, melyet Londonban az All England Croquet and Lawn Tennis Club-ban rendeztek 1877-ben. Ezután egészen a 20. század közepéig külön voltak versenyek az amatőröknek, illetve külön a profi játékosoknak. Majd 1968-ra tehető az úgynevezett Open Era kezdete, amikor is az amatőrök és profik együtt versenyezhettek. Azóta egyre nagyobb népszerűségnek örvend a tenisz az egész világon, mind a rekreációs sportolók, mind a versenyzők körében.

A Nemzetközi Tenisz Szövetség legfrissebb jelentése szerint világszerte jelenleg több, mint 100 millióan játszik a teniszt, melyben a nemek közötti eloszlás közel egyenlő (ITF, 2024). Ez a rohamos növekedés a teniszt játszóknak számában annak is köszönhető, mert az egyik legegészségesebb sport, azáltal, hogy minden szervrendszert megdolgoztat és ezáltal jelentősen növelheti a várható élettartamot (Pluim és mtsai., 2007; Groppe és DiNubile, 2009). A tenisz csökkentheti a szív- és érrendszeri megbetegedések és elhalálozások kockázatát, melynek egyik fő oka az, hogy a teniszezők gyakran egész életükön át sportolnak, így pozitívan befolyásolják a zsírsavanyagcserét, a vérnyomást, az inzulin-érzékenységet és a testösszetételt (Pluim és mtsai., 2007). A Cleveland Klinika, amely egy szívbetegségek kezelésére szakosodott prominens amerikai kórház, a teniszt úgy írta le, mint „egy ideális sport, egy egészséges szívért” (Cleveland Clinic, 2023). Továbbá az idegrendszer működésére is pozitív hatással van hiszen kimutatták, hogy javítja az egyén általános ingerre reagáló képességét, amely például segít minimalizálni az öregedéssel járó reakcióidő romlását (Spiriduso és Clifford, 1978). Mindezek mellett a teniszezés pszichológiai és szociális szempontból is minden korosztály és játékszintre nézve előnyös. Mivel a teniszjáték hangsúlyozza az effektív hibakezelés szükségességét, ezáltal más kognitív és fizikai jellegű rekreációs tevékenységek mellett, a demencia bizonyos formáinak csökkentésével hozzájárul az összefüggésbe (pl.: Alzheimer-kór és

vaszkuláris demencia) (Verghese és mtsai., 2003). Valamint a többi sportolóhoz, és nem sportolóhoz képest a teniszezők energikusabbak, optimistábbak, és magasabb az önbecsülésük, illetve kevésbé depressziósak és szorongóak (Finn és mtsai., 1993). Mindezekből látható, hogy miért is játszik ennyien a világon a teniszt, valamint, hogy miért is kapta a „sport egy életen át” kifejezést. A dolgozatom témája azonban az teljesítménysport és versenytenisz világával foglalkozik, ezért szükséges definiálnunk részletesebben, hogy mi is valójában a tenisz.

Dobos (2023) megfogalmazása szerint *„a tenisz egy olyan taktikai és technikai dominanciájú labdajáték, amely mozgásformáját tekintve nem folyamatos jellegű, a játékos labdával történő kapcsolata közvetett, szabályrendszere tradicionális és sajátos, ami egy speciális szakaszos/szaggatott játékritmust eredményez.”*. Ezen definícióból is látszódik ennek az ütős sportágnak az összetettsége, amely köszönhető többek között a sajátos szabályrendszerének és a pálya adottságainak is. Ennek a komplexitásnak az általános megértése, majd részletes elemzése a teniszben dolgozó sportszakemberek alapvető feladata annak érdekében, hogy később majd a pályán, a gyakorlatban a leghatékonyabban alkalmazni lehessen a sportolókkal (Dobos, 2023). A sportág részletes elemzésekor meg kell határozni az úgynevezett Kulcs Teljesítmény Mutatókat (Key Performance Indicators, KPIs), amely azokat a sportági jellemzőket foglalja magában, amelyek elengedhetetlenek a sikeres versenyteljesítményhez (Cardinale, 2022). Mint általában minden sportjátéknál, a tenisznél is ezeket a KPI-kat a technikai-taktikai készségek, motorikus képességek (kondicionális és koordinációs képességek), és mentális-pszichés készségek csoportjain belül kell megtalálni. A KPI-ok meghatározása nélkül nem lehetséges hatékony célállítást sem, és így a pályán leadott teljesítmény és a fejlődés értékelése pusztán találgatássá válik. Ez olyan, mint ha a kocsiban üzemanyagszint mérő nélkül igyekeznénk megállapítani, hogy mennyi benzin van még a tankban. Ahhoz azonban, hogy ez a meghatározás a lehető legspecifikusabb legyen, fontos az előbb említett készség/képesség csoportok egyes elemeinek időszakos tesztelése és monitorozása lehetőleg objektív körülmények között. Így meg lehet határozni egy kiindulási pontot és azt is, hogy hova szeretnénk eljutni a játékkal, valamint ezt a szezont folyamatosan nyomon tudjuk követni, annak érdekében, hogy ellenőrizni tudjuk jó irányba halad-e a munka. Tehát ezek a teljesítmény mutatók rendkívül fontosak a megalapozott edzői döntések meghozatalához az élsport gyors tempójú világában. Egy jó

edzőnek hatékonyan és átfogóan szükséges elemeznie a teniszteljesítmény összes aspektusát, holisztikusan kell közelíteni a játékosok teljesítményéhez (Crespo és Reid, 2009).

Már versenyzői pályafutásom ideje alatt is foglalkoztatott annak a ténynek a feltárása, hogy miként tudnék még jobb eredményt elérni a tenispályán, majd ez a folyamat az egyetemi tanulmányaim és az edzői pályám megkezdésekor csak tovább erősödött. Szerettem volna megtalálni azokat a teljesítményt leginkább befolyásoló képességeket vagy készségeket, melyek folyamatos, progresszív fejlesztésével még több győztes mérkőzést tudhatok magam mögött, és előrébb tudok kerülni a ranglistán. Mindezek mellett az is érdekelt, hogy ezen képességeket milyen edzés módszerekkel lehet a lehető leghatékonyabban fejleszteni úgy, hogy a sérülések rizikója emellett csökkenjen. Ezen belül is elsősorban a fizikális képességek legmagasabb szintű fejlesztése kezdett még inkább foglalkoztatni, hiszen érezni lehetett a mérkőzéseim alatt, hogy, ha ezen a területen hiányosságaim vannak, akkor nem lehet magas szintű mérkőzést nyerni. Az egyetemre való bekerülést követően rögtön elkezdtem a szakirodalmat olvasva utánajárni, hogy mely területek a legfontosabbak egy tenisz mérkőzés megnyeréséhez, illetve azokat miként érdemes fejleszteni. Az itt olvasottakat és tanultakat szerencsére lehetőségem nyílt rögtön a pályán is alkalmazni az első tanítványaimmal, amelynek hatására újabb kutatási lehetőségek merültek fel bennem. Ennek hatására még az alapszakos tanulmányaim során kutatómunkába kezdtem, hogy kicsit újszerű megközelítésből vizsgáljam a teniszben megjelenő KPI-okat, és azoknak a célszerű fejlesztési lehetőségeit. Mindezekből megtanultam, hogy bármennyire is külön szerettem volna kezelni a fizikális képességek edzését a tenisz pályán történő sikeresség érdekében, azt sosem lehet elvonatkoztatni sportági stratégiától és taktikától, hiszen mindig az adott taktikai kontextus fogja meghatározni ezen képességek megnyilvánulási szintjét a sportjátékokban (Bradley és Ade, 2018), s így a teniszben is. Tehát a mérkőzéseken leadott teljesítmény elemzésnél mindig figyelembe kell venni az adott kontextust és aszerint levonni a következtetéseket. Dr. Martin Buchheit, a PSG labdarúgó csapat egykori erőnléti edzőjének gondolatait idézve: *„A kontextus mindig jobban számít, mint maga a tartalom.”*. Ezt a módszert hívják a mai sporttudomány világában integrált megközelítésnek (Ju, 2022). A tenisznél ez többek között úgy tud megvalósulni, hogy a különböző játékstílusok és mérkőzéseken alkalmazott stratégiák szerint történik az elemzés. A célom innentől kezdve mindig is az

volt, hogy olyan alkalmazott kutatásokat készítsék, melyek eredményeit azonnal lehet integrálni a hétköznapi munkába is.

A doktori értekezésem alapját ezen ismeretek adták, mivel úgy gondolom, hogy a professzionális tenisz világában mára már alap követelmény a motorikus képességek magas szintje, és a további fejlődést úgy érheti el a sportág, hogy ha még specifikusabban és játékosra szabva történik ezeknek a képességeknek az analizálása és további fejlesztése. Mindezek együttesen szükségesek ahhoz, hogy a teniszben dolgozó sportszakemberek eredményes élversenyzőket tudjanak kinevelni, és azok a lehető legtovább tudják űzni akár hivatásszerűen is a sportágot. A disszertációm során több korcsoportban versenyző, eltérő játéktípust képviselő, és különböző stratégiát alkalmazó élvonalbeli férfi teniszezők teljesítmény összetevőit és terhelési profiljait vizsgálom. Majd ezeket a tudományos kutatási eredményeket kapcsolom össze a gyakorlatban tapasztalt hazai-, és nemzetközi edzésmódszertani szokásokkal, amelyekkel együttesen egy magasabb szintre lehet emelni elsősorban a magyar versenyzők, de a világ összes teniszezőjének a pályán leadott teljesítményét.

2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

A teljes doktori disszertációm és ezáltal a szakirodalmi áttekintés fejezet struktúrája is tulajdonképpen úgy épül fel, mintha a tenispályán a gyakorlatban egy új edzesciklust kezdenénk meg a sportolónkkal. Először a teljesítmény monitorozás által megkapott általános-, majd speciális mérkőzés terhelési profilokat járjuk körbe a különböző játéktílusok szempontjából, illetve a technikai és taktikai elemek figyelembevételével annak érdekében, hogy fény derüljön a legmeghatározóbb KPI-okra. Mindezek után pedig ismertetjük az integrált teljesítmény elemzés fontosságát a sportjátékokban és a teniszben való alkalmazhatóságát az irodalmak alapján.

2.1. A tenisz mérkőzések általános terhelési profilja

2.1.1. A mérkőzések idődimenziói és aktivitási profilja

A tenisz és az idő kapcsolata egészen a sportág kialakulásáig vezethető vissza. Sok más tényező mellett az egyik különlegessége a tenisznek, hogy nem meghatározott időre játszik, hanem eredményre. Ezáltal a professzionális tenisz mérkőzések időtartamának kimenetele teljesen kiszámíthatatlan. Eltarthat kevesebb mint 1 órától akár több, mint 5 órán keresztül is, ha egy öt szettes mérkőzésről beszélünk (Kovacs, 2007). A teniszezők többsége a legtöbb esetben a tradicionális két nyert szettig tartó mérkőzéseket játsszák, ez alól kivételt képez a négy Grand Slam torna. Ezek a meccsek átlagosan 1,5 órán keresztül tartanak (Bergeron és mtsai., 1995). A mérkőzések dinamikáját a tiszta vagy effektív játékidő és holtidők folyamatos és lüktető váltakozása adja (Kovacs, 2006). Tiszta- vagy effektív játékidőnek azt az időintervallumot nevezzük, aminél a labda játékba kerül akkor, amikor az adogató megüti a szervát (érvényes adogatás esetén), és addig tart, amíg a labdamenet befejeződik és eldől a pont sorsa (ITF, 2025). A holtidő pedig az az időintervallum mely egy pont befejezésével kezdődik, és addig tart, amíg a következő pont indítását jelentő adogatást megüti a játékos (ITF, 2025). Az egyes labdamenetek átlagos hossza olyan tényezőktől függhet, mint a pályaborítás, játéktílus, környezeti tényezők, stratégia, és a játékosok motivációja (Kovacs, 2007). Egy férfi főiskolai teniszbajnokságot vizsgálva azt találták a kutatók, hogy a

labdamentek átlagosan $6,36 \pm 4,69$ másodpercig tartottak (Kovacs és mtsai., 2004). Azonban a női teniszmérkőzéseken a labdamentek hossza a legtöbb esetben hosszabb szokott lenni, hiszen a női játékosoknak általában a fő taktikai célja a labda játékban tartása (Fernandez és mtsai., 2006). Az tapasztalható, hogy általában a labdamentek 4-10 másodpercig tartanak, míg a rövid pihenőidők az egyes pontok között 10 és 20 másodpercesek (Weber és mtsai., 1978; Docherty, 1982; Elliott és mtsai., 1985; Reilly és Palmer, 1994; Christmass és mtsai., 1998; O'Donoghue és Ingram, 2001; Smekal és mtsai., 2001; Girard és Millett, 2004; Kovacs, 2004; Fernandez és mtsai., 2005; Fernandez-Fernandez és mtsai., 2007, 2008, 2009a; Mendez-Villanueva és mtsai., 2007; Torres-Luque és mtsai., 2011; Kilit és mtsai., 2016; Kilit és Arslan, 2017) (1. táblázat). A terhelési időszakok és pihenési periódusok váltakozását írja le a terhelés/pihenés aránya paraméter, mely a legtöbb tenisz mérkőzésen 1:1 és 1:3 közé tehető. Természetesen a pályaborítás tudja befolyásolni ezen idődimenziók alakulását mivel a salakos felületű pályák lassabbak, mint a kemény borítás vagy a füves, ezáltal hosszabbak az itt lejátszott labdamentek is (Fernandez és mtsai., 2006). A tiszta játékidő a salakos borításon 20-30%, míg a gyors felületű borításokon csupán 10-15% (Ferrauti és mtsai., 2003). Ezeket az idődimenziókat a labdamenteken belüli ütések száma határozza meg, mely átlagosan a 2,5 és 3 ütés közé tehető a professzionális mérkőzéseken (Ferrauti és mtsai., 2003). Salakos borításon mértek átlagosan 4,5 ütést (Hornery és mtsai., 2007), kemény pályán 4,7 ütést (Hornery és mtsai., 2007), és szőnyeg típusú borításon pedig 2,8 ütést labdamentenként (Fernandez-Fernandez és mtsai., 2007). A labdamentek legnagyobb többsége négy ütésen belül véget ér (Prieto-Lage és mtsai., 2023), amely azt jelenti a gyakorlatban, hogy az adogatásnak és az adogatás utáni első ütésnek, illetve a fogadásnak és a fogadás utáni első ütésnek nagy jelentősége van a mérkőzések kimenetele szempontjából. A Grand Slam versenyeket vizsgálva az tapasztalható az alapvonal játék a Roland Garroson 51%-a a lejátszott pontoknak, míg a többi versenyen ennél kevesebb, és a legkevesebb a füves borítású Wimbledonban látható 19%-kal (O'Donoghue és Ingram, 2001; Kovacs, 2004). Ezeket az eredményeket figyelembe kell venni az edzések megtervezésénél az edzőknek, ha eltérő pályaborítású versenyekre kell felkészíteni a sportolókat. Például, ha egy lassabb felületű, salakos verseny vagy időszak következik a versenyzőnek, akkor a kondicionális képességek tekintetében több aerob állóképességű munkát kell végeztetni a játékosokkal, azonban, ha egy gyorsabb felületre kell

felkészülni, akkor inkább a robbanékony erő és a gyorsaság fog dominálni (Fernandez és mtsai., 2006). Valamint mint láthattuk a női mérkőzéseken hosszabbak a labdamenetek, és ezáltal a tiszta játékidő is több lesz, tehát a nőknél több időt kell áldozni az alap állóképesség edzésére, amely számukra egyaránt pozitív hatással bír a testtömeg optimalizálásukra (Fernandez és mtsai., 2006). Mindezek mellett a teniszezők játéktípusa is befolyásolja a labdamenetek hosszát, és egyben a tiszta játékidőt is. Salakos pályán végzett mérkőzések elemzésénél azt találták, hogy azok a teniszezők akik támadó stílusban játszottak nekik az átlagos labdamenet hosszuk $4,8 \pm 0,4$ másodperc, az egészpályás játékosoknál $8,2 \pm 1,2$ másodperc, míg a védekező játékosoknál $15,7 \pm 3,5$ másodperc volt (Bernardi és mtsai., 1998). Ebből adódik az is, hogy akik támadtak nekik a tiszta játékidőjük $21\% \pm 5,5\%$, akik egészpályás stílust képviseltek nekik $28,6\% \pm 4,2\%$, míg akik az alapvonalról védekeztek nekik $38,5\% \pm 4,9\%$ volt (Bernardi és mtsai., 1998). Ezeket a játéktípus által befolyásolt idődimenziókat természetesen szintén figyelembe kell venni az edzések megtervezésénél, azonban erről még bővebben is lesz szó a következő fejezetekben.

1. táblázat. Különböző szintű és pályaborítású mérkőzések idődimenzió jellemzői (saját szerkesztés).

Referencia	Játéktudás és nem	Pályaborítás	DR (s)	RT (s)	EPT (%)	W:R
Weber és mtsai., 1978	Nemzeti (♂)	Kemény	5,08	-	16,4	
Docherty, 1982	Különböző (♂)	Kemény	10,0	-	-	1:1,8
Elliott és mtsai., 1985	Főiskolai (♂)	Kemény	4,0- 4,3	-	26,5	1:3,1
Reilly és Palmer, 1994	Klub (♂)	Kemény	5,3	-	27,9	1:2,5
Christmass és mtsai., 1998	Állami (♂)	Kemény	10,2	-	23,3	1:1,7
O'Donoughe és Ingram, 2001	Nemzetközi (♂,♀)	Kemény	6,3	-	-	-
Smekal és mtsai., 2001	Nemzeti (♂)	Salak	6,4	-	16,3	1:3,4
Girard és Millett, 2004	Régiós (♂)	Salak	7,2	-	-	-

Kovacs, 2004	Nemzetközi (♂)	Kemény	5,99	-	-	1:2,6
Fernandez és mtsai., 2005	Nemzetközi (♂)	Salak	7,5	-	18,2	1:2,2
Fernandez-Fernandez és mtsai., 2007	Nemzetközi (♀)	Kemény	8,2	17,7	21,9	1:2,1
Fernandez-Fernandez és mtsai., 2008	Nemzetközi (♀)	Salak	7,2	15,5	21,0	1:2,1
Fernandez-Fernandez és mtsai., 2009	Haladó veterán (♂)	Salak	6,3	14,5	21,7	1:2,3
Mendez-Villanueva és mtsai., 2007	Nemzetközi (♂)	Salak	7,5	16,2	21,5	1:2,2
Torres-Luque és mtsai., 2011	Nemzeti (♂)	Kemény	9,1	21,1	30,1	1:2,5
	Nemzeti (♀)	Kemény	9,0	19,1	31,1	1:2,2
Kilit és mtsai., 2016	Nemzetközi (♂)	Kemény	6,7	20,2	26,3	1:3
Kilit és Arslan, 2017	Nemzeti (♂)	Kemény	12,1	24,7	26,3	1:2,1

Megjegyzés: ♂ = férfi; ♀ = nő; DR = duration of the rally (labdamenetek időtartama); RT = rest time between rallies (pihenőidő a labdamenetek között); EPT = effective playing time (effektív játékidő); W:R = work:rest ratio (terhelés:pihenés aránya).

2.1.2. A mérkőzések futási aktivitásai

A tenisz mérkőzéseken a futási aktivitások rendkívül egyedülállóak, hiszen a pályán egyaránt kell tudnia a játékosoknak lineárisan, laterálisan, és többirányúan is futniuk, változó sebeséggel (Dobos, 2018). Mindezek közül az oldalirányba (laterálisan) történő mozgások fordulnak elő a legtöbbször, mégpedig 70%-ban, ezután következnek az előre felé (lineárisan) történő aktivitások 20%-kal, míg a hátrafelé futások csupán 8%-ban jelennek meg (Weber és mtsai., 2007; Kovacs, 2009). A játékosok egy óra alatt a meccseken 1300 és 3600 méter távolságot tesznek meg átlagosan, amelyet természetesen itt is befolyásol a pálya borítása, a nemi hovatartozás, a tudásszint és a játéktípus is (Murias és mtsai., 2007; Roetert és Ellenbecker, 2007; Dobos, 2013; Ulbricht és mtsai., 2013). Cui és munkatársai (2017) a 2015-től 2017-ig tartó Grand Slam férfi egyes

mérkőzéseket analizálták és azt kapták, hogy az összesen megtett távolság átlagosan 2000 és 2600 méter volt. A döntők tekintetében pedig azt találták, hogy a férfi egyes finálékban átlagosan 1100 és 3400 métert futottak a játékosok, míg a nőknél 900 és 1200 méter közötti távolságot tettek meg. Ezen belül pedig az átlagos futómennyiség az egyes labdameneteken belül 6-7 méter (Kovalchik és Reid, 2017), az ütések közötti maximális futótávolság 8 és 12 méter között mozog, (Pieper és mtsai., 2007; Weber és mtsai., 2007) és átlagosan 4-6 irányváltás történik egy pont leforgása alatt (Fernandez-Fernandez és mtsai., 2009a). Ha az egyes ütésekre bontjuk le a megtett távolságokat, akkor az látszódik, hogy a játékosok az ütések 80%-át 2,5 méteren belüli, helyezkedő mozgások után hajtják végre, az ütések 10 %-nál 2,5-4,5 méter közötti távolságot tesznek meg, míg az ütések 5%-nál 4,5 méternél nagyobb távolságot futnak, a maradék 5 %-nál pedig nem érik el a labdát és nem is futnak érte (Ferrauti és mtsai., 2003; Over és O'Donoghue, 2008). A 2016-2017 közötti Grand Slam tornák döntőjében (Roland Garros, 2016; Ausztrál Open, 2017; Wimbledon, 2017; US Open, 2017) a pontonként megtett távolság a nőknél 7,6-11,5 méter, a férfiaknál 6,8-15,3 méter volt (Cui és mtsai., 2017).

A nők és férfiak közötti különbségek egyértelműen az eltérő pontozási rendszernek is köszönhető, nem feltétlenül csak a kisebb dinamikájú játéknak. Ezeknek az előbbieken említett lokomotorikus, távolság alapú terhelési mutatóknak az ismerete fontos az edzések megtervezésénél, azonban emellett az is elengedhetetlen, hogy tisztában legyenek az edzők azzal is, hogy ezeket a távolságokat milyen dinamikával és sebességgel hajtják végre a játékosok. A teniszben a lokomotorikus sebesség zónák meghatározásához az alábbi csoportosítást szokták használni (Fernandez-Fernandez és mtsai., 2009a; Duffield és mtsai., 2011; Hoppe és mtsai., 2014; Galé-Ansodi és mtsai., 2016; Pereira és mtsai., 2016, 2017a, 2017b; Kilit és Arslan, 2017): sétálás ($0-7 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$), alacsony-intenzitású futás ($7-12 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$), közepes-intenzitású futás ($12-18 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$), és magas-intenzitású futás ($18-24 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$). Ezek közül a legtöbb időt a sétálás ($0-7 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$) zónájában töltnek a játékosok (Hoppe és mtsai., 2014; Galé-Ansodi és mtsai., 2017a; Kilit és Arslan, 2017) (2. táblázat).

2. táblázat. Különböző pályaborítású mérkőzések lokomotorikus futási jellemzői (saját szerkesztés).

Referencia	Pályaborítás	0-7 (km·h ⁻¹) (%)	7-12 (km·h ⁻¹) (%)	12-18 (km·h ⁻¹) (%)	18-24 (km·h ⁻¹) (%)	>24 (km·h ⁻¹) (%)
Fernandez-Fernandez és mtsai., 2009a	Salak	~84	~11,1	~3,8	~0,8	~0,3
Hoppe és mtsai., 2014	Salak	~34	~55,7	~7,7	~1,6	~0,4
Pereira és mtsai., 2016	Salak	~79	~17	~3,7	~0,3	
Pereira és mtsai., 2017a	Kemény	~79	~20,1		~0,9	
		~90	~9,4		~0,6	
Hoppe és mtsai., 2016	Salak	~97	~3			
		~97	~3			
Galé-Ansodi és mtsai., 2016	Salak	~92	~7	~1	-	
	Kemény	~87	~12,6	~0,4	-	
Galé-Ansodi és mtsai., 2017a	Kemény	~91	-			

Tehát, ha ez alapján kategorizálnánk be a tenisz mozgások intenzitását, akkor egy alacsony-intenzitású sportnak gondolhatnánk. Azonban mivel a pálya méreteiből adódóan eleve nem képesek maximális sebességet elérni a játékosok, ezért célszerűbb vizsgálni a gyorsulásokat, lassulásokat, irányváltásokat és ugrásokat, melyeket összefoglaló néven magas-intenzitású mikromozgásoknak hívnak a szakirodalomban (Schuth és mtsai., 2019; Tóth és mtsai., 2021a). Ezek a mikromozgások szintén az előző fejezetben említett vizsgált paraméterekhez hasonlóan a külső terhelését határozzák meg a sportolónak, azonban a lokomotív terhelési csoporttal (távolság és sebesség alapú mutatók) ellentétben ezek az úgynevezett mechanikai terhelési csoportba tartoznak (Tóth, 2021). Ezen futási aktivitásoknak a közös jellemzője, hogy a teniszező nem ér el magas végsebességet, így ha a lokomotív terhelés alapján jellemeznénk ezen akciókat akkor nem tartozna az intenzív mozgások közé, azonban jelentős terhelést ró a mozgató-, és keringési rendszerre egyaránt (Schuth és mtsai., 2019). Ezeknek a magas-intenzitású mikromozgásoknak a mérése egyre elterjedtebb az olyan szakaszos jellegű sportjátékokban, mint a kézilabda (Chelly és mtsai., 2011; Manchado és mtsai., 2013; Michalsik és mtsai., 2014; Wik és mtsai., 2017; Luteberget és mtsai., 2018), labdarúgás (Varley és Aughey, 2013; Nedelec és mtsai., 2014; Beenham és mtsai., 2017), az Ausztrál futball (Gray és Jenkins, 2010) és a rögbi (Weaving és mtsai., 2014; Higham és mtsai., 2016). Az itt megjelenő mikromozgásokat a különböző fajtájú Elektronikus Teljesítmény Követő Rendszerekkel (Electronic Performance Tracking Systems, EPTS) manapság már könnyedén lehet mérni és ezáltal folyamatosan nyomon követni a sportolók pályán nyújtott teljesítményét. A tenispályán történő mozgások vizsgálatánál is úgy gondolom, hogy nagyobb jelentőséggel bír ezen mechanikai terhelések mérése, mint a lokomotív, hiszen a mozgások jelentős része 2,5 méteren belül történik meg (Ferrauti és mtsai., 2003; Over és O'Donoghue, 2008), így tehát a játékosok közel sem érik el a sprintfutás második fázisát, vagyis a maximális sebességüket (Tóth, 2021). Mindezekből kiindulva a kutatók is azt mondják, hogy a lokomotív terhelési mutatók vizsgálata helyett pontosabb képet kaphatunk a mozgások teljesítményének a megállapításánál, ha a mechanikai terhelési tényezők csoportjába tartozó magas intenzitású mikromozgásokat vizsgáljuk (Dwyer és Gabbett, 2012; Hoppe és mtsai., 2014). Azt is még ezzel kapcsolatban ki kell emelni, hogy ezen terhelési csoportba beletartoznak a különböző magasságú ugrások is. Ez a tenisznél megint csak egy fontos tényező, hiszen az adogatások vagy lecsapások közben

egy vertikális irányú felugrás történik, illetve minden ütés előtt egy alacsony magasságú, úgynevezett „szökkenő-lépést” (split-step) is végrehajtanak a teniszesek, annak érdekében, hogy gyorsabban tudjanak reagálni (Tatsuo és mtsai., 2005) és dinamikusabban tudjanak elindulni a labda irányába (Uzu és mtsai., 2009).

Elengedhetetlen tehát, hogy objektív módon a különböző EPTS rendszerekkel vizsgáljuk ezen terheléseket is, hiszen például az adogatások végrehajtásánál a dinamikus elrugaszkodás utáni egy lábra történő landolásnál a hátulsó mozgásláncban szerepet játszó izomcsoportoknak nagy excentrikus izommunkát kell végrehajtani, melyek jobban megterhelik a vázizomrendszert, mint koncentrikus vagy izometrikus kontrakciók (Murphy és mtsai., 2015). Galé-Ansodi és kollégái (2017b) kutatásukban azt vizsgálták, hogy az alacsonyabban és a magasabban rangsorolt játékosok között a lokomotív terhelési mutatókban, illetve az olyan mechanikai paraméterekben, mint a gyorsulással megtett távolság percenként, gyorsulással megtett távolság százalékos bontásban, illetve az úgynevezett PlayerLoad/perc értékben milyen különbségek vannak. A lokomotív terhelési eredmények azt mutatták, hogy a magasabban rangsorolt játékosok nagyobb távolságot tettek meg percenként, mint az alacsonyabban rangsoroltak, valamint szignifikánsan magasabb maximális sebességet is elértek. A mechanikai terhelési értékek tekintetében pedig azt mutatták az eredmények, hogy a ranglistán előrébb elhelyezkedő teniszesek nagyobb távot tettek meg felgyorsulással, mint a ranglistán hátrébb elhelyezkedők, azonban a hátrébb elhelyezkedők magasabb Player értékeket értek el percenkénti lebontásban. Ezzel ellentétben Hoppe és munkatársai (2014) nem találtak jelentős különbséget a sikeres és a kevésbé sikeres játékosok mechanikai teljesítményében utánpótláskorú fiú teniszeseknél. Azonban ettől függetlenül azt érdemes megemlíteni, hogy a magas intenzitású gyorsulások ($\geq 2 \text{ m/s}^2$) és lassulások ($\leq -2 \text{ m/s}^2$) háromszor gyakrabban fordultak elő, mint a nagy sebességű futások ($\geq 3 \text{ m/s}$). Szintén ez a kutatócsoport vizsgálta már felnőtt versenyzők körében azt, hogy mi a különbség a mérkőzések győztese és vesztese között a magas-intenzitású mikromozgások tekintetében, illetve, hogy mely terhelési paraméterekben van különbség a felnőtt-, és korosztályos teniszesek között (Hoppe és mtsai., 2016). Az látható az eredményekből, hogy a felnőtt játékosok szignifikánsan több időt töltöttek magasabb sebességzónában ($\geq 4 \text{ m/s}^2$), intenzív gyorsulásban ($\geq 4 \text{ m/s}^2$) és lassulásban ($\leq -4 \text{ m/s}^2$), mint a korosztályos játékosok. A mozgások iránya tekintetében a felnőtteknél az látszódik, hogy a győztesek

a tenyeres oldalra több gyorsulást hajtottak végre, míg a mérkőzés vesztese a fonák oldalra gyorsultak többször. Azonban az utánpótláskorú játékosoknál itt sem volt különbség a győztesek és a vesztesek között. Kilit és Arslan (2017) az előző kutatásokhoz hasonlóan utánpótláskorú teniszezőknél vizsgálták a mérkőzések kimenetelét a futási aktivitások oldaláról és keresték az összefüggéseket. A kutatók azt találták, hogy semmilyen jelentős különbség nincsen a győztesek és a vesztesek között a különböző intenzitási zónákban megtett távolságokban. Elit férfi teniszezőket vizsgálva Tóth és kollégái (2023a) azt kapták, hogy a mérkőzések vesztese szignifikáns nagyobb távolságot tettek meg magas-intenzitású lassulásban percenként, ami egyértelműen abból adódik, hogy a győztes játékosoknak az volt az alapvető taktikájuk, hogy mozgassák az ellenfelet minél többet. Ennek a kutatásnak egy másik fő eredménye, ami nem feltétlenül a futási aktivitásokhoz kapcsolódik, hogy a győztes versenyzők szignifikánsan nagyobb sebességgel ütötték meg az első-, és a második adogatásukat.

Természetesen a futási aktivitásoknál azt is szem előtt kell tartani a teniszben, hogy milyen pályaborításon zajlanak a mérkőzések. A legtöbb esetben három fajta borítást használnak: salak, kemény és fű. Ezeken kívül természetesen léteznek egyéb pályaborítások, úgy mint például a műanyag vagy a szőnyeg. A Nemzetközi Tenisz Szövetség ezeket öt kategóriába sorolja a játék gyorsasága alapján (ITF, 2016): lassú, közepesen-lassú, közepes, közepesen-gyors, gyors sebességű. Amit már az előző fejezetben is említettünk, hogy a salakos pályán 22%-kal hosszabbak a labdamenetek, mint a kemény borításon, ezáltal nagyobb mértékű terhelés/pihenés arányokat kapunk (Murias és mtsai., 2007). Ezekből következik az is, hogy maga a mérkőzés teljes időtartama is hosszabb a lassú felületű pályákon, mint a gyorson (O'Donoghue és Liddle, 1998). Galé-Ansodi és munkatársai (2016) munkája volt az első, melyben U12-es és U14-es teniszezőknél vizsgálták EPTS rendszerrel a különböző pályaborítások közötti különbségeket. Az eredményekből az látható, hogy a kemény borítású pályán több lokomotív terhelést (összesen megtett távolság/perc, maximális sebesség, átlagsebesség) és magas-intenzitású mikromozgást (gyorsulás) hajtanak végre a játékosok, mint salakon. Egy hasonló vizsgálatban Ponzano és Gollin (2017) U16 és U18-as férfi játékosokat mértek és azt találták, hogy a teljes játékidőben nincsen szignifikáns különbség a két pályafelület között. Ez egy érdekes felfedezés hiszen azért a legtöbb esetben az eddigi kutatásoknál jelentős különbség mutatkozott, azonban ezt az eredményt a szerzők azzal

magyarázzák, hogy az utóbbi időkben mivel jelentős technikai, taktikai, és fizikális fejlődésen mentek keresztül az éljátékosok, ezért csökkenhetett ez a jelentős különbség. Mivel összeségében mindig minden a taktikából indul ki, ez itt ebben az esetben azt jelenti, hogy a modern teniszben az adogatásnak és az adogatás-fogadásnak még nagyobb jelentősége lett a mérkőzések kimenetele szempontjából főleg a férfi teniszezőknél, mindezeknek köszönhető a rövidebb labdamenetek (Reid és mtsai., 2016). Ebben a kutatásban pályaborítástól függetlenül az látható, hogy a mérkőzések közben a játékosok az egyéni maximális sebességük (Sp_{max}) 40% és 70%-a között ($7-13 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$) 90%-ot töltöttek el. A gyorsulások tekintetében az látható, hogy mind a két pályafelületen a legtöbb esetben a maximális gyorsulásuk (ACC_{max}) 40% és 60% ($1,7-2,6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$) között hajtották végre a mozgásokat a teniszezők. Az 50% és 60% közötti ACC_{max} zónában a salakos pályán 26%-kal több felgyorsulást hajtottak végre a játékosok, amely szignifikánsnak bizonyult. Ezzel ellentétben azonban a kemény borításon szignifikánsan több (+37%) lassulás történt a maximális lassulás (DEC_{max}) 40% és 50%-a ($-1,7-2,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$) között, valamint a DEC_{max} 50% és 90%-a között is. Ez azért alakulhat így ki, mert a salakos borításon ahhoz, hogy meg tudják játszani a labdát a játékosok oda tudnak csúszni, míg a kemény pályán ez ilyen mértékben nem tud megtörténni, így kevesebb súrlódási erő (Starbuck és mtsai., 2017) és magasabb horizontális erő kifejtés keletkezik (Damm, 2011). Ezeket a pályaborítások közötti különbségeket figyelembe kell venni az egyes versenyekre történő felkészülésnél, és mind a pályán történő, mind a pályán kívüli edzéseket eszerint kell megtervezni. Amikor például salakos versenyidőszakra készítjük fel a játékosokat, akkor érdemes az állóképesség fejlesztésénél több anaerob-laktacid energianyerési rendszert megcélzó edzést tervezni, lehetőség szerint integrált módszerrel a tenispályán annak érdekében, hogy a különböző intenzitású csúszásokra is felkészüljenek a teniszezők. Mindezzel ellentétben, amikor meg a kemény pályás mérkőzésekre készítjük a játékosokat, akkor meg a láb munkát célzó edzéseknél többet kell gyakoroltatni a lassulásokat és a fékező, excentrikus erő kifejtést igénylő mozgásokat különböző edzőmódszerekkel. Természetesen ezek a pályán történő különböző intenzitású futási aktivitások eltérő erősségű belső terhelési válaszokat váltanak ki a sportolókból. A következő fejezetben azokat a fiziológiai mutatókat és értékeket mutatom be, melyek a tenisz mérkőzéseken a leggyakrabban előfordulnak.

2.1.3. A mérkőzések fizioológias profilja

Az előző fejezetekben ismertettem az olyan külső edzésterhelési jellemzőit a tenisz mérkőzéseknek, mint az idődimenziók és aktivitási profilok, illetve a különböző típusú futási aktivitások. Ezek alapján leírható, hogy tulajdonképpen a sportoló mit csinált a tenispályán. Ebben a fejezetben viszont azt mutatom be, hogy ezek valójában mit váltanak ki a legtöbb esetben a teniszezőkből élettani szempontból. A fizioológias stressz felhalmozódása a teniszben is a szívfrekvencia (heart rate, HR) értékek emelkedésével jár. Manapság a legközkedveltebb módja az adott sportágak fizioológias vagy belső terhelésének a vizsgálatára a HR adatok mérése, mely alapján nagyon sok hasznos információ birtokába juthatunk a tenisz mérkőzések esetében is. Edzett felnőtt játékosoknál az átlagos HR érték 140-160 ütés/perc közé tehető egyéni mérkőzések esetében (Docherty, 1982; Fernandez és mtsai., 2006), de ez az érték a hosszabb labdamenetek alatt akár a 190-200 ütés/perc értéket is elérheti (Smekal és mtsai., 2001; Girard és Millet, 2004). Általánosságban a versenyzők az egyéni maximális szívfrekvenciájuk 70-90%-a között teljesítenek a mérkőzéseken (Fernandez-Fernandez és mtsai., 2010). Az egyes játéksituációk alapján fellelhetők azonban különbségek a HR adatokban. Elliot és munkatársai (1985) azt állapították meg ezzel kapcsolatban, hogy az adogató játékosok szignifikánsan magasabb HR értékeket mutattak, mint azok, akik a fogadó játékosok voltak. Ez javarészt annak tudható be, hogy a szerválóra pszichésen is általában nagyobb nyomás hárul, valamint ő a kezdeményező és ez az offenzív helyzet magasabb belső terhelést is eredményez (Kilit és Arslan, 2017). Sok tényező befolyásolja a HR értékek változását a tenisz mérkőzések közben is. Ilyen változó például a nagy hőségben való játék, amely hatására emelkednek a játékosok HR értékei annak érdekében, hogy fent tudja tartani a keringési rendszer a megfelelő perctérfogatot (Wingo és mtsai., 2012). Többször szokták a gyakorlatban rámondani a teniszre a közepes intenzitású átlag HR adatok és a mérkőzések időtartama alapján, hogy egy kimondottan aerob sportág, holott a robbanékony alapütések és adogatások, valamint a magas intenzitású mikromozgások kivitelezése magas anaerob kapacitást igényel (Kovacs, 2006). Ebből kifolyólag nem lenne helyénvaló egy dominánsan aerob sportnak nevezni a teniszt, hanem jobb úgy fogalmazni, hogy dominánsan anaerob aktivitásokat igénylő sportjáték, amely a fáradtság elkerülése és az egyes pontok, illetve mérkőzések közti regeneráció miatt kellő szintű aerob edzettséget is igényel (Kovacs, 2007).

Az adott sportmozgás fiziológiás terhelésének és az aerob fitness megállapításához az oxigénfelvevő képesség (VO_2) mutatót is szokták használni, melyet a testsúlykilogrammmra számított percenkénti maximális oxigénfelvételi értékkel jellemeznek (relatív VO_{2max} – ml/kg/perc). Laborkörülmények között mérve a magas szintű férfi teniszezők átlagos relatív VO_{2max} eredménye 55 ml/kg/perc, míg a nőknél ez az érték 45 ml/kg/perc (Kovacs, 2006). A magas szintű teniszezőknél elvárás, hogy 50 ml/kg/perc értékekkel rendelkezzenek, azonban az extrém magas értékek (> 65 ml/kg/perc) nem feltétlenül fognak eredményezni egy sikeresebb versenyteljesítményt (Kovacs, 2007). Nyilvánvalóan gátolni nem fogja egy magasabb relatív VO_{2max} érték a pályán nyújtott teljesítményt, azonban egy adott szint után nem ez lesz a sikeresség kulcs meghatározó faktora, hiszen elsősorban egy technikai-taktikai dominanciájú sportágról beszélünk. A mérkőzések közben mért VO_2 értékek 23 és 29 ml/kg/perc között mozognak, mely az átlagos relatív VO_{2max} értékek körülbelül 50%-ának felelnek meg, 46% és 56%-os VO_{2max} értéktartomány között (Smekal és mtsai., 2001; Ferrauti és mtsai., 2001; Girard és Millet, 2004). A pályán nyújtott relatív VO_2 értékeket vizsgálva kevés különbség tapasztalható a hivatásos és a nemzetközi vagy hazai szinten versenyző teniszezők között (Smekal és mtsai., 2001; Girard és Millet, 2004), de azt meg kell itt jegyezni, hogy jelenlegi tudásunk szerint eddig még senkinek sem sikerült pontos és valid VO_2 adatokat biztosítania profi felnőtt mérkőzéseken (Fernandez és mtsai., 2006). Az ezzel foglalkozó kutatásokban alacsonyabb, pályán elért relatív VO_2 eredményeket tapasztaltak a sporttudósok a férfiak esetében, mint a nőknél, valamint a korosztályos versenyzők is alacsonyabb értékeket produkáltak, mint a felnőtt teniszezők (Girard és Millet, 2004; Fernandez és mtsai., 2006). Mindezek mellett az eltérő játéktílusokat alkalmazó versenyzők eltérő VO_2 és HR értékeket produkálnak a mérkőzéseken. Például az agresszív, támadó stílus szerint játszó teniszezők alacsonyabb HR és VO_2 értékeket mutatnak a mérkőzések közben, mint a defenzív, alapvonal játékosok (Bernardi és mtsai., 1998). Azt fontos megjegyeznünk, hogy a szívfrekvencia változásokat óvatosan kell kezelnünk, mert nem mindig tükrözi VO_2 változásait a mérkőzés közben, mivel a tenisz meccsek során a terhelés dinamikája intermittáló jellegű, ezért a VO_2 viszonylag gyorsan reagál, de a HR megkésve követi azt. Tehát a HR egy késleltetett és több tényező által befolyásolt mutató ezért a tenisz mérkőzések közben, amely nem steady-state jellegű

terhelés, hanem szakaszos, nem tekinthető a VO_2 megbízható proxyjának (Tocco és mtsai., 2015).

Novas és kollégái (2003) kimutatták a VO_2 gyorsabb regenerációját a HR-el szemben, és ezáltal a HR: VO_2 arány emelkedését a regenerációs periódusokban. Mindezek mellett a HR változások a mérkőzések közben olyan tényezőktől is függenek, mint a dehidratáció és a termikus stressz (Bergeron és mtsai., 1995). Ebből kifolyólag tehát ezeket a befolyásoló tényezőket figyelembe kell venni, ha a szívfrekvencia alapján szeretnénk megállapítani az adott stressz intenzitását a mérkőzésen vagy az edzésen.

A HR és a VO_2 vizsgálatán túl a terhelés intenzitásának a megállapítására a laktát koncentráció mérését is szokták alkalmazni a teniszben is. A tenisz mérkőzések alatt a laktát koncentráció összességében alacsony szinten van (1,8-2,8 mmol/l), de vannak természetesen olyan nagy terjedelmű és intenzív szakaszok, amikor a 8 mmol/l értéket is elérheti (Smekal és mtsai., 2001; Ferrauti és mtsai., 2003). Mindezekből következtethetünk arra, hogy a teniszben elsősorban az anaerob-alaktacid energianyerési folyamatok dominálnak, de előfordulhatnak olyan esetek, amikor az anaerob-laktacid folyamat is dominánsabban részt vesz a glikolízis útján az energiaszolgáltatásban (Kovacs, 2007). Az olyan esetekben amikor a 7-8 mmol/l értéket is eléri a laktát szint, akkor megfigyelhető a nem olyan hatékony taktikai döntések meghozatala a versenyzők részéről, illetve a technika romlása is (McCarthy-Davey, 2000). Azonban ezek az esetek ritkán fordulnak elő, mert folyamatosan változó időtartamú pihenők állnak a játékosok rendelkezésére, ahol az aerob folyamatok mentén regenerálódnak valamilyen mértékben az energiaraktáraik (Kovacs, 2007). A különböző mérkőzés kontextusok egyértelműen a laktát értékeket is befolyásolják valamilyen szinten ugyanúgy, ahogy az előzőekben említett többi belső terhelési paramétert is. Smekal és munkatársai (2001) kutatásukban például nem találtak szignifikáns különbséget az adogató és a fogadó játékokban elért laktát koncentráció között, azonban Fernandez és munkatársai (2006) vizsgálatában jelentős különbség jött létre a laktát szintben a két kondíció között az adogató játékok javára, hasonlóan a HR adatok emelkedett értékeihez (Elliot és mtsai., 1985). A különböző laktátértékek alakulása összefüggésbe hozható a játékosok tudásszintjével, játéktílusával, valamint a pálya borításával (Kovacs, 2007). Például azok a játékosok, akik általában hosszabb labdameneteket játszanak, kevesebb pihenővel, azoknál egyértelműen nagyobb részét képezi az energianyerésnek az anaerob-laktacid

folyamatok, mint azoknál a teniszezőknél, akik a pontok gyorsabb befejezésére törekednek (Kovacs, 2007). A legtöbb esetben a sportági edzéseken a specifikusság elve szerint figyelembe kell venni a mérkőzéseken nyújtott intenzitási és terjedelmi jellemzőket az egyes gyakorlatok tervezésénél annak érdekében, hogy a megfelelő adaptáció meg tudjon történni (Fernandez-Fernandez és mtsai., 2017). Azonban a kutatók szerint sok játékos magasabb intenzitáson és több ideig hajtja végre edzésen a gyakorlatokat, mint a mérkőzésen, amelynek természetesen az éves edzésterv megfelelő periódusiban meg van a helye, de mivel az év túlnyomó részében versenyről versenyre utaznak a játékosok, célszerű a sportág-specifikus edzésterhelés (Davey és mtsai., 2002). Mindezek mellett, ha a technikai készségeken szeretnénk javítani egy-egy edzésen akkor meg még inkább célszerű nem túl intenzív és nagy terjedelmű gyakorlatokat tervezni, hiszen az nagyobb laktát felhalmozódással járhat, amely mint tudjuk, rontja a teljesítményt (McCarthy-Davey, 2000, Kovacs, 2007).

A HR, VO_2 , és a laktát mellett természetesen a tenisz is minden mozgáshoz hasonlóan a hormonszabályozásra is hatással van. Kevés olyan kutatás született, ahol ezt vizsgálták, azonban megállapítható, hogy a tesztoszteron szint szignifikánsan növekedik a plazmában a mérkőzések során férfi teniszezőknél (Bergeron és mtsai., 1991). Ezen kutatásban azt találták, hogy a tesztoszteron szint közvetlenül, illetve 5 perccel a mérkőzés befejezése után a kiinduló szint fölé emelkedett. Ezzel ellentétben a kortizol szint progresszív módon folyamatosan csökkent a mérkőzések során.

Az objektív mutatók mellett széles körben használnak szubjektív mutatókat is a sportolók belső edzésterhelésének a megállapítására. Ilyen az úgynevezett átélt erőfeszítés nagyságának (Rating of Perceived Exertion, RPE) a mérése, amely az egyik legelterjedtebb módszer a versenyzők pszichomotoros megterheltségének a vizsgálatára (Borg, 1970). A módszer integrálja a fiziológiás, a mechanikai, és az idegrendszeri fáradtságot is (Buchheit és Laursen, 2013). Mindezek mellett egy nagyon költséghatékony és könnyen hozzáférhető módszerről beszélünk (Dishman és mtsai., 1987). A sportolóknak az edzés vagy mérkőzés után arra a kérdésre kell válaszolni, hogy „*Mennyire volt megterhelő az adott edzés/mérkőzés?*”. Általában ezt kétfajta RPE skálán szokták pontozni: 1) eredeti Borg skála (a terhelés intenzitását 6-20-ig lehet skálázni – CR-20); 2) módosított RPE skála (a terhelés intenzitását 0-10-ig lehet skálázni – CR-10) (Owen és mtsai., 2016; Rago és mtsai., 2019). A tenisz mérkőzéseken az átlagos RPE

értékek a Borg-féle CR-20 skálán 10-től 16-ig (Fernandez-Fernandez és mtsai., 2009a; Mendez-Villanueva és mtsai., 2010), a CR-10 skálán pedig 5-től 8-ig terjednek (Gomes és mtsai., 2011). Az olyan sportágaknál, mint például a tenisz, amelyben a maximális és szubmaximális terheléssel járó tevékenységek együtt járnak az excentrikus izomkontrakciókkal, az RPE segít meghatározni a terhelés megélt intenzitását (Girard és mtsai., 2006). A teniszhez hasonló aerob sportágaknál a CR-10-es RPE skála erős korrelációt mutat a HR-el ($r = 0,74$; $p < 0,001$) és a laktát szinttel ($r = 0,83$; $p < 0,001$) egyaránt (Scherr és mtsai., 2013). A teniszben az RPE értékeket olyan kondíciókban is meg szokták vizsgálni, mint az adogató és fogadó játékok. Kilit és munkatársai (2016) kutatásában az adogató gamekben 13,5-ös értéket, a fogadó gamekben 12,0-ás eredményt mértek, amely különbség statisztikailag szignifikánsnak bizonyult. Ezen eredmény összhangban van előzetes kutatási eredményekkel, ahol szintén az adogató játékokban a teniszezők magasabb RPE értékeket adtak meg (Mendez-Villanueva és mtsai., 2007). Fernandez-Fernandez és kollégái (2007) ezen különbségeket azzal magyarázza, hogy az adogató gamekben az egyes labdamenetek intenzitása és terjedelme is magasabb valamilyen szinten, mint a fogadó játékokban. Ezt teljes mértékben alátámasztják a többi kutatások is, hiszen ezekben a vizsgálatokban találtak összefüggést az RPE értékek és az egyes labdamenetek hossza és a labdamenetenkénti ütések száma között az adogató játékoknál (Mendez-Villanueva és mtsai., 2007, 2010).

Ezeket az előbb említett belső terhelési paramétereket – azok közül is a HR, laktát és RPE mutatókat – azért érdemes folyamatosan mérni, mert ezek segítségével derülhet fény arra, hogy valójában a pályán leadott teljesítmény milyen választ vált ki a sportolóból, és milyen alkalmazkodás várható (Buchheit és Harder, 2025). Manapság sok esetben inkább csak a külső edzésterhelési mutatókra fókuszálnak, tehát arra, hogy a versenyző mit csinált a pályán, de magára a kiváltott válaszra nem helyeznek akkora hangsúlyt a gyakorlatban. Ebből kiindulva pedig nem lehetséges az előre megtervezett edzésprogramon változtatni hatékonyan, valamint nem lehet a sportolók között differenciálni sem (Buchheit és Laursen, 2024). Erre a helyzetre mondja Martin Buchheit sporttudós, hogy „...ez olyan mint ha egy zenész kottát játszana anélkül, hogy hallaná magát...”. Ez lenne tehát minden teljesítmény monitorozási rendszer alapja, hogy az alapvető élettani törvényszerűségeket figyelembe véve történjenek egy adott versenyzői környezetben a döntéshozatalok, és ne helyezték a sportszakemberek ezek elé a legújabb

technológiákat a külső edzésterhelés mérésére (Buchheit és Laursen, 2024). Az elmúlt öt évtizedben a sporttudományi kutatások többsége is nagyban csak a külső terhelésre helyezte a hangsúlyt, és kevésbé fókuszáltak a sportolók szervezetének belső válaszára (Buchheit és Harder, 2025) (3. táblázat).

3. táblázat. A külső edzésterhelést és a belső edzésterhelést vizsgáló publikációk aránya. A magasabb arányszám azt jelzi, hogy több tanulmány foglalkozik a külső edzésterheléssel, mint a belsővel (Buchheit és Harder, 2025 alapján saját szerkesztés).

Külső edzésterhelés/Belső edzésterhelés aránya	
Összes év	6,1
2020-2025	12,6
2015-2020	8,0
2010-2015	3,2
2005-2010	2,8
2000-2005	1,2
1995-2000	1,4
1990-1995	1,0
1985-1990	1,1
1980-1985	0,4
1975-1980	0,2
1970-1975	0,0

2.1.4. A mérkőzéseken előforduló általános taktikai alapelvek

A tenisz sok más labdajátékhoz hasonlóan egy nyílt mozgáskészségeket igénylő technikai és taktikai dominanciával rendelkező sportjáték (Dobos, 2023), és a legtöbb esetben a mérkőzéseken elért sikeresség ezen készségek szintjétől függ (Tóth és mtsai., 2021a). A taktika és a stratégia szorosan egymáshoz kapcsolódik, azonban – azzal ellentétben, amit sok edző és játékos hisz – nem ugyanazt jelentik (Crespo és Reid, 2009). A stratégia egy játékos általános játéktervére vonatkozik egy adott mérkőzésen, amelyet jellemzően az adott mérkőzések előtt határoznak meg, figyelembe véve a játékos, az ellenfél és a környezet sajátosságait, valamint a játékosok közötti korábbi mérkőzések

tapasztalatait (Crespo és Reid, 2009). Míg a taktika magának a stratégiának a gyakorlati alkalmazását jelenti a mérkőzés során, azt a módot, ahogyan a játékos meg akarja valósítani a stratégiai céljait (Crespo és Reid, 2009). A technika pedig mindezekből fakad és a taktikai cél elérése érdekében alkalmazott eszközként kell kezelni (Halmos, 1992). Természetesen előfordulnak olyan helyzetek, amikor a játékosoknak felül kell vizsgálniuk a sikertelen stratégiákat vagy taktikákat a mérkőzés közepén, és ilyenkor a teniszezőknek át kell térniük egy „B” tervre, vagy adaptálódniuk kell a taktikájukkal, hogy más módon és effektívebben tudja megvalósítani az eredetileg elképzelt stratégiát (Martínez, 2002). Ahhoz, hogy a játékos sikeres legyen a pályán mind a készségvégrehajtás (technika), mind a játékkismeret (taktika) megfelelő alkalmazására támaszkodnia kell, azonban a legtöbb edző úgy gondolkozik, hogy csak a technika tökéletesítése után lehet a teniszezőket taktikai információkkal ellátni (Dexter, 1999). Ilyen esetekben többször elő szokott fordulni, hogy a korosztályos játékosok jól teljesítenek az edzéseken a gyakorlatok során, de nem tudják a technikai tudásukat az adott mérkőzés igényeihez igazítani (Turner és mtsai., 2002). A modernkori edzői megközelítések éppen ebből kifolyólag igyekeznek egyszerre fejleszteni a teniszezők technikai és taktikai készségeit a hatékonyabb transzfer elérése érdekében (Reid és mtsai., 2007), tehát a holisztikusabb edzői módszerek fontosak. A disszertációmban és ezáltal ebben a fejezetben is csak az egyéni játék taktikájának alapelveit ismertetem, a páros játék jellemzőivel nem foglalkozom. Általában a szakirodalomban és a gyakorlatban is 5 fő játékhelyzetet szoktak elkülöníteni, melyeket a játékosoknak ismerniük kell és ki kell fejleszteniük egy megfelelő jártasságot (Crespo és Miley, 1998):

- Adogatás: A játékosok játékba hozzák a labdát.
- Fogadás: A játékosok megpróbálják visszaadni az adogatást.
- Alapvonaljáték: A játékosok megpróbálják játékban tartani a labdát az alapvonalról.
- Hálóhoz való támadásindítás vagy hálójáték: A játékosok úgy ütnek, hogy megpróbálnak közelebb kerülni a hálózhoz.
- Hálójátékos melletti elütés: A játékosok megpróbálják elütni a labdát a hálónál lévő ellenfél mellett vagy fölött.

Az egyes játéknál a taktika részeként meg lehet különböztetni zónákat egyrészt aszerint ahol a játékosok játszanak, másrészt pedig ahová a játékosok az ütéseiket irányítják

(Crespo és Reid, 2009). Azokat a zónákat, ahol a teniszezők játszanak 3 fő területre lehet felosztani (ITF, 1991) (1. ábra):

- Hátsó pályazóna – PIROS: Az alapvonalhoz közel eső pályarész tartozik ebbe a zónába, ahonnan az adogatás, a fogadás, az alapvonaljáték és az elütések történnek. Innen a játékos természetesen a pozíciójától függően végrehajthat defenzív (védekező, az alapvonal mögül - D), neutrális (semleges, az alapvonalról - N), és offenzív (támadó, az alapvonalon belülről – O) ütést (Tiley, 2002).
- Középső pályazóna – SÁRGA: Az alapvonal és az adogatóvonal közötti pályarész, ahol a támadó ütések kivitelezésére és a hálójátékra nyílik lehetőség. Ezt egy kiszámíthatatlan zónának is szokták mondani, tehát a teniszezőknek minimalizálni kell az itt eltöltött időt, illetve meg kell tanulniuk, hogyan haladjanak tovább a hálóhoz.
- Háló pályazóna – ZÖLD: Az adogatóvonal és a háló közötti pályarész, ahol a támadó ütések, a hálójáték és a röptező melletti elütések történnek. Összeségében egy eléggé stabil zóna, de néha kellemetlen ütések is érkehetnek erre a pályarészre.



1. ábra. A három fő pályazóna (hátsó, középső és háló), ahol a teniszezők játszanak az egyes játékokban (Crespo és Reid, 2009 után saját szerkesztés). Megjegyzés: D = defenzív (védekező) ütés; N = neutrális (semleges) ütés; O = offenzív (támadó) ütés.

A már korábbiakban említett 5 fő játékhelyzet, és a különböző játékszónákba helyezkedés megkülönböztethetünk játékfázisokat is. Ezeket a játékfázisokat angolul az A-N-D (attacking = támadó; neutral = semleges; defending = védekező) mozaikszóval foglalhatjuk össze (ITF, 1991). A támadó fázis alatt azt értjük, amikor a teniszező az ellenfele fölé kerekedik vagy előnyre tesz szert. A semleges fázis az, amikor sem a játékos, sem az ellenfél az ütésük nyomán nem jut rögtön előnyhöz. A védekező fázis pedig, amikor a játékos hátrányba kerül. Az már a játékosvá válás korai szakaszában egyértelművé kell, hogy váljon a versenyzőknél, hogy ezen fázisok csak átmenetiek, és ha például a játékos nem használja ki a támadási lehetőségeket, akkor nagyon gyorsan védekezésre kényszerülhet (Crespo és Reid, 2009). Ezek a fázisok természetesen mindegyik játékhelyzetben megjelennek. Például az adogatást fogadó játékos dönthet úgy, hogy védekezően vagy semlegesen játssza meg az első szervát, de meg is támadhatja az ellenfél második adogatását. Hasonlóképpen, az adogató játékosok is törekedhetnek

arra, hogy agresszívan kezeljék a fogadó első ütését, de semlegesen is visszajátszhatják a labdát az ellenfélnek.

A tudományos kutatások és a hétköznapi edzői gyakorlat is hangsúlyozza a kezdő ütések – különösen a szerva és szerva+1 szekvencia – fontosságát a mérkőzések kimenetele szempontjából, mivel ezek gyakran meghatározzák az adott pont taktikai irányultságát (Prieto-Lage és mtsai., 2025). A korosztályos játékosok szintjén ezek az ütések különösen kritikusak és fontosak, mivel lehetőséget adnak arra, hogy a játékosok már a pont elején kihasználják az erősségeiket, miközben minimalizálják a hosszabb labdameneteket, amelyek a technikai vagy fizikai gyengeségeiket felfedhetnék (Torres-Luque és mtsai., 2011; Klaus és mtsai., 2017; Rodríguez Campos és Martínez-Gallego, 2024). Korábbi tanulmányok kimutatták, hogy az utánpótláskorú teniszezők mérkőzésein a pontok többsége az első öt ütésen belül eldől, ami megint csak hangsúlyozza annak a fontosságát, hogy ezeknél a szekvenciáknál növelni kell a taktikai hatékonyságot (Klaus és mtsai., 2017; Janák és Zháněl, 2019). Klaus és kollégái (2017) kimutatták azonban ezzel kapcsolatban, hogy az U14-es teniszezők gyakran nehezen tartanak fent következetességet a szerva és szerva+1 szekvenciák során, amely magasabb hibarányhoz és az ütépítési lehetőségek elvesztéséhez vezethet. Éppen ezért a taktikai edzések beiktatása már egészen fiatal kortól kezdve indokoltak a fejlesztő munkában.

Torres-Luque és munkatársai (2011) ajánlása szerint az olyan taktikai készségek, mint például a helyezkedés vagy ütészválasztás kulcsfontosságúak a hatékony játéktípus kialakításában is. Mindig fontos szem előtt tartani az edzőknek és a játékosoknak egyaránt, hogy milyen szintre kell eljutniuk taktikai, technikai és fizikális szempontból, ha profi teniszezőkké szeretnének válni. Ennek megvalósulásához természetesen szükség van az idősebb korosztályok mérkőzés elemzéseire, és az ott megkapott eredmények célként való kitűzésére. A taktikai elemzések és az ezzel foglalkozó kutatások az előbbieken már említett okokból kifolyólag sok esetben az adogatás elemzésével foglalkoznak. Prieto-Lage és munkatársai (2025) kutatásukban, ahol az U14-esek világbajnokságának is mondható, Las Petits As verseny mérkőzéseit elemezték, azt találták, hogy az ebben a korosztályban versenyző játékosok első adogatásának taktikai irányultsága sok mindenben különbözik az U18-as és profi játékosoktól (Prieto-Lage és mtsai., 2023). Az első adogatások irányát tekintve az látható, hogy az U14-es játékosok nem preferálnak egyetlen területet sem, mivel a szerváik közel egyenletesen oszlanak

meg „T-vonal” (befelé) és az egyéni vonal (kifelé) zónái között az egyenlő oldalról, míg az előny oldalról a szélső zóna és a középre, testre irányuló területet részesítik előnyben (Prieto-Lage és mtsai., 2025). Ezek az eredmények ellentétesek a professzionális mérkőzések eredményeivel, hiszen ott a teniszezők a befelé, „T-vonalra” történő adogatásokat többet használják annak érdekében, hogy a fogadó ne tudja olyan éles szögben visszajátszani a labdát, és ezáltal a szerváló előnyösebb pozícióba tud kerülni (Gillet és mtsai., 2009).

Rodríguez Campos és Martínez-Gallego (2024) hasonló tendenciákat találtak az U12 és U14-es játékosok körében az első adogatások helyezése szempontjából, amely megállapításuk szerint egyrészt a taktikai tudatosság hiányából, valamint a technikai szint fejletlenségéből is eredhet. Mivel az adogatások hatékonysága és a labdamenetek hossza között erős kapcsolat van, így ez a tény tovább hangsúlyozza az első adogatások megfelelő minőségének a fontosságát. A Las Petits As versenyt vizsgálva azt találták, hogy a rövid labdamenetek (0-4 ütés) fordultak elő a legtöbbször, majd ezt követték a közepes hosszúságú menetek (5-8 ütés), amely tovább erősíti a szerva és szerva +1 ütések fontosságát a sikeresség szempontjából (Prieto-Lage és mtsai., 2025). Ezek az eredmények összhangban állnak Fitzpatrick és munkatársai (2021) megállapításaival, akik kimutatták, hogy azok a teniszezők, akik dominálják a rövid menetet, lényegesen nagyobb arányban nyerik meg a mérkőzéseket. Ugyanakkor a korosztályos játékosok a profi játékosokhoz képest kisebb hatékonysággal tudják kihasználni az erős, jól helyezett első adogatásokat, mivel a szerva utáni első ütések gyakran nem olyan agresszívok, ami hosszabb labdamenethez és több hibához vezet (Rodríguez Campos és Martínez-Gallego., 2024). Az első adogatás utáni helyezkedésben is látszódik, hogy az utánpótláskorú játékosok legtöbb esetben a hátsó (piros) zónából játszik meg a szerva +1 ütést, míg a profi, felnőtt teniszezők gyakran a középső (sárga) pályazónából ütik meg (Prieto-Lage és mtsai., 2025). Ez is arra utalhat, hogy ebben a korban még vonakodnak belépni a pályára és átvenni rögtön az irányítást. Ezt a mintázatot korábbi kutatásokban is megfigyelték, és azzal magyarázták, hogy itt még a teniszezők nem rendelkeznek az adogatás utáni offenzív pozícióváltáshoz szükséges taktikai és fizikális fejlettséggel (Hizan és mtsai., 2015).

Az olyan kondicionális képességek, mint például az erő különböző megnyilvánulási fajtáinak, illetve a neuromuszkuláris képességeknek a szintje is

egyértelműen okozhatja ezen taktikai differenciákat a korosztályok között (Prieto-Lage és mtsai., 2025). Az utánpótláskorú játékosok gyakran kevésbé fejlett izomerővel és mozgáskoordinációval rendelkeznek, amely korlátozhatja a képességüket arra, hogy agresszívabb ütések hajtsanak végre, és a szerva után belépjenek az alapvonalon belülré a középső pályazónába. Ezek a fizikai korlátok részben megmagyarázhatják, hogy a korosztályos szinten a teniszezők miért hajlamosak hosszú labdamentekbe bonyolódni ahelyett, hogy kihasználnák az első adogatásukat. Ahogyan Waldzinski és munkatársai (2024) is rámutattak arra, hogy a mozgáskoordináció és a tenisztudás megfelelő fejlődése a serdülőkor elején kulcsfontosságú a sikeres versenyteljesítményhez. A befejező ütések tekintetében pedig az látható, hogy az U14-es korosztályos játékosok általában a pálya középső területeire fejezik be a pontot, míg a profik leggyakrabban először jobban kimozgatják az ellenfelüket és védekező helyzetbe kényszerítik (Martínez-Gallego és mtsai., 2013). Ez a különbség arra utal, hogy a fiatal versenyzők még nem rendelkeznek a szükséges taktikai tudatossággal vagy technikai képességgel ahhoz, hogy következetesen széles szögeket használjanak a pontok hatékony lezárásához. A második adogatásokat megvizsgálva az látható, hogy a junior játékosok előnyben részesítik a középre, testre irányuló szervákat különösen az előny oldalon, ahol ez jóval gyakoribb, mint az egyenlő oldalon (Prieto-Lage és mtsai., 2025). Ezzel szemben a „T-vonal” zónájának használata jelentősen visszaesik az előny oldalon, míg az egyenlő oldalon továbbra is gyakoribb. Az elit, felnőtt játékosoktól eltérően, akik az ellenfél fonák oldalára irányítják a legtöbb esetben az adogatásukat, a korosztályos teniszezők óvatosabb megközelítést mutatnak és az szerva biztonságára törekednek, mintsem az azonnali támadási előny kialakítására (Gillet és mtsai., 2009).

Hasonló tendenciákat figyelt meg Rodríguez Campos és Martínez-Gallego (2024) tanulmánya is, ahol az U12-es és U14-es játékosok szintén a középre irányuló adogatásokat használták az esetek többségében. Az első szervák elemzéséhez hasonlóan a második szervák után is a leggyakrabban a 0-4 ütéses labdamentek fordulnak elő, tehát megint csak a korai ütészváltásoknak van nagy szerepe a mérkőzések kimenetelében (Prieto-Lage és mtsai., 2025). Korábbi utánpótlás teniszt vizsgáló kutatások kimutatták továbbá, hogy a fiatalabb játékosok ritkábban tudnak áttérni támadó pozícióba mind az első, mind a második adogatás után. A szerzők javaslata szerint az edzéseken nagyobb hangsúlyt érdemes helyezni ezen mozgásminták fejlesztésére (Hizan és mtsai., 2015).

Mindemellett Vacek és kollégái (2023) megállapították, hogy a profi játékosok szervájánál a labda találati pontja sokkal stabilabb, ami szintén hozzájárulhat ahhoz, hogy effektívebben tudják irányítani a pályán elfoglalt pozíciójukat az adogatást követően. Ezzel ellentétben a junior versenyzőknél még nem alakult ki kellő következetesség ahhoz, hogy optimálisan tudjanak helyezkedni a szerválás után.

A világ legprofibb teniszezőinél is látszódik ez a tendencia, hogy a legjobbak uralják a 0-4 ütéses labdameneteket. Erre egy példa a jelenlegi világelső olasz Jannik Sinner esete a 2024-es US Open versenyen, amelyet végül meg is tudott nyerni. A statisztikusok azt elemezték, hogy a rövid (0-4 ütés), közép (5-8 ütés), és hosszú (9+ ütés) ideig tartó labdameneteket ki nyerte a legtöbbet a negyeddöntőbe jutó játékosok közül (Braingametennis, 2024). Kezdve hátulról a felsorolást a hosszú labdameneteket az ausztrál, Alex De Minaur nyerte a legtöbb esetben, a közép hosszúságú pontokat a német, Alexander Zverev, míg a 0-4 ütésig terjedő, rövid meneteknél a győztes Sinner bizonyult a legjobbnak, holott az 5-8 ütéses labdameneteknél ő lett a nyolc játékos közül az utolsó. Összeségében tehát az látszódik ezekből a taktikai elemzésekből, hogy a legnagyobb százalékban a rövid labdamenetek (0-4 ütés) dominálnak a korosztályos és professzionális mérkőzéseken egyaránt, amelyből az derül ki, hogy az olyan kezdő ütések, mint például a szerva és szerva +1, illetve a return és return +1 nagy jelentőséggel bírnak a sikeresség szempontjából. Tehát a sportági, pályán történő edzéseken célszerű az edzőknek olyan szituációkat teremteni, ahol ezeket a szituációkat, és a hozzájuk kapcsolódó technikai elemeket tudják gyakorolni a versenyzők. Azonban azt mindig szem előtt kell tartaniuk a szakembereknek, hogy lehetőség szerint úgy tervezzék a gyakorlatok többségét, amely megfelel a teniszező által preferált játéktílusnak. Természetesen ez nem azt jelenti, hogy az ellenkező stílus egyes taktikai elemeit nem kell gyakorolni, csak azt, hogy dominánsan arra kell felkészíteni a versenyzőt, amilyen stílusban igyekszik megnyerni a mérkőzéseit.

2.1.5. A játéktílusok csoportosítása

A játéktílusok valójában leírják azt a módot, ahogyan a játékosok a játékot szeretik üzni (Crespo és Reid, 2009). Az előző fejezetben említett taktikai egységek összessége jelképezi egy teniszező játéktílusát. A mai modern tenisz világában a szakirodalmak a legtöbb esetben 4 fajta játéktípust szoktak megkülönböztetni (Crespo és

Miley, 1998; Roetert és Kovacs, 2019): 1) szerva-röpte játékos (serve and volleyer) , 2) támadó alapvonal játékos (aggressive baseliner), 3) védekező alapvonal játékos (counterpuncher), 4) egész pályás játékos (all-court player). A professzionális szinten a játékosok körében a leggyakrabban alkalmazott játéktípus az agresszív alapvonal stílus, majd ezt követi az egész pályás stílus, mind a férfiak, és mind a nők körében (Roetert és Kovacs, 2019).

A támadó alapvonal játékos kényelmesen érzi magát az alapvonalról ütött labdamenetekben, de célja az is, hogy nyomást gyakoroljon az ellenfelére kemény, támadó ütésekkel. Gyakran ezek a játékosok rendelkeznek egy bizonyos alapütéssel, ami valódi fegyver, és igyekeznek a taktikájukat is e köré felépíteni (Crespo és Miley, 1998). Az ilyen típusú játékos kevesebb mozgásra törekszik, mint egy védekező típus, és inkább beljebb lép a pályán, hogy hamarabb elüsse a labdát, ezzel lecsökkentve az ellenfél reakcióidejét az ütései között (Roetert és Kovacs, 2019). A legtöbb esetben rendkívül jó erőnléti állapotban vannak. A fizikai teljesítmény szempontjából a robbanékonyság és az erő meghatározóak, amelyek így lehetővé teszik, hogy uralják a labdamenetet. Mindezek mellett mentálisan is erősek és türelmesek. A férfiaknál ilyen típusú játékosokhoz példaként lehet említeni Jannik Sinner-t és Holger Rune-t, a nőknél pedig Aryna Sabalenka-t és Eleny Rybakina-t.

A védekező alapvonal játékos célja, hogy minden labdát visszaadjon, és arra kényszerítse ellenfelét, hogy minden egyes pont megnyeréséhez hosszú labdameneteket játsszon (Roetert és Kovacs, 2019). Általában akkor támadnak, amikor nyomás alatt vannak, és igyekeznek ilyenkor meglepő ütésekkel használni. Ez a stílus a kiváló láb munkán (főleg oldalirányú) és az ütések konzisztenciáján alapul. Az ilyen típusú játékosok az esetek 60-80%-ban laterálisan mozognak (Reid és mtsai., 2016; Roetert és Kovacs, 2019). Kondicionális szempontból a játékuk a gyorsaságra, robbanékonyságra, agilitásra, és erő-állóképességre épül, ezért az ilyen stílust alkalmazók a lassabb borítású pályákon (pl.: salak) a leghatékonyabbak (Crespo és Miley, 1998). A férfiaknál ezt a stílust képviseli Daniil Medvedev és Alex de Minaur, a nőknél pedig Korolína Muchová.

A szerva-röpte játékos egyértelműen az adogatására támaszkodik elsősorban, hogy irányítsa a pontot. A szerva után robbanásszerűen előretör a háló irányába, hogy röptével befejezze a labdamenetet (Reid és mtsai., 2016). Átlagosan 20-40%-kal többet mozog előre, mint egy alapvonal játékos és kb. 20%-kal többet, mint egy egész pályás

játékos (Roetert és Kovacs, 2019). Összeségében gyors, proaktív és merész játékosok. Az alapütések nem tartoznak az erősségeik közé, és inkább a gyors pályaborítást preferálják (pl.: fű vagy beltéri kemény) (Crespo és Miley, 1998). A mai teniszben jóformán teljesen eltűnt, mivel a labdák lassabbak és az igazán gyors borítások ritkábban fordulnak elő. A férfiaknál ilyen játékos például Maxime Cressy, a nőknél pedig Kristina Mladenovic.

A negyedik játéktípus szerinti besorolás, pedig az egész pályás stílus, mely összeségében tudja kombinálni az előzőekben bemutatott másik három játéktípus fő taktikai mintáit szituációtól függően. Azonban azért a legtöbb esetben agresszív, támadó ütészere törekszik az alapvonalról, és próbál minél hamarabb a háléhoz feljutni és röptével befejezni az adott pontot (Roetert és Kovacs, 2019). Éppen ezért a sportági edzéseken a legtöbb esetben ezeket érdemes az ilyen stílusú játékosoknál gyakorolni, tehát főleg azt a részt, hogy miként tudnak a leghatékonyabban átjutni a középső pályazónán (sárga), majd utána a hálózó zónában (zöld) befejezni könnyedén a pontot (Crespo és Miley, 1998). Technikai szempontból gyakran alkalmaznak az ilyen teniszezők erőteljes tenyereseket és támadó fonák nyeséseket a középső zónából annak érdekében, hogy utána egy könnyebb labdát kapjanak. Ezekhez természetesen szükséges egy optimális szintű lábmunka, amely mindezen ütések és mozgásokat segíti (Roetert és Kovacs, 2019). Ezért a legtöbb esetben az alapvonalon belülről a semleges ütészállást kell gyakoroltatni náluk, mert ezzel tudnak jobban belépni a pályára és nagyobb sebességű ütések generálása (Caprioli és mtsai., 2025). A fizikális oldalról az agresszív alapvonal játékoshoz hasonlóan a robbanékonyság és az erő lesz a fő meghatározó képesség, amellyel sikeresen végre lehet hajtani ezen mozgásokat és mozdulatokat (Roetert és Kovacs, 2019). A férfiaknál ezt a stílust játssza Carlos Alcaraz és Novak Djokovic, a nőknél pedig Ons Jabeur és Iga Swiatek.

2.1.6. A mérkőzéseken előforduló általános technikai alapelvek

Miután a játékosoknak világos elgondolásuk van az általuk preferált játéktípusokról, illetve taktikai céljaikról, el lehet kezdeni az ehhez szükséges „eszközök”, avagy ütések fejlesztését (Crespo és Reid, 2009). Ezeknek az eszközöknek mechanikai értelemben elég szilárdnak kell lenniük, más szavakkal: a teniszezőknek jó ütésztechnikára van szükségük (Crespo és Reid, 2009). Önmagában a technika, mint fogalom ebben a sportági kontextusban a játékosok mozgásának, illetve ütészének

mechanikai hatékonyságára utal. Míg van a stílus – amely nem összekeverendő magával a játékstílussal – ami az ütés kinézetére vagy a játékosok egyéni technikai értelmezésére utal (Crespo és Reid, 2009). A sportszakembereknek érteniük kell az általános biomechanikai alapelveket, annak érdekében, hogy magabiztosan tudják értelmezni, elemezni, és fejleszteni a játékosok technikáját. Fontos azonban, hogy ne legyenek túl merevek azzal kapcsolatban, ha a játékosok egy különleges, egyedi stílust használnak (Crespo és Reid, 2003). Többször látni olyat a pályán, hogy két játékos nagyon különböző technikával rendelkezik, mégis úgy használják a biomechanikai alapelveket, hogy mind a kettő hatékony ütésre képes. A teniszben ezek a legfontosabb alapelvek a következők (Crespo és Reid, 2003): egyensúly, tehetetlenség (lineáris és forgási), ellenerő, momentum (lendület), elasztikus energia, és koordináció. Ezeknek az ütésekre és/vagy mozgások kivitelezésére vonatkozó alapelveknek a megértése, amelyek a legfontosabb mechanikai törvényszerűségekkel párosulnak, a szakembereknek nagy mennyiségű információval szolgálnak ahhoz, hogy megkezdjék az elemzési- és javítási folyamatot (Crespo és Reid, 2009). A mechanikai értelemben vett „szilárd” ütéseknek a technikai részei a következők (Crespo és Reid, 2009): a mozgás- és testhelyzet, az ütőfogás, a lendítés, a labdakontroll és a pörgés. Mivel a doktori értekezésem tulajdonképpen nem egy tankönyvnek készült, és nem a legalapvetőbb technikai jellemzőit szerettem volna ismertetni az egyes ütéseknek, ezért az egyes részekre nem fogok részletesen kitérni, hanem a dolgozatom számára legtöbb relevanciával rendelkező mozgás- és testhelyzeteket mutatom be. Úgy gondolom, azért ezt a technikai részt célszerű bemutatnom, mivel a különböző játékstílusok és stratégiák nem nagy mértékben, de eltérő pozíciókat használnak dominánsan az adott testhelyzetekben és mozgásokban.

Az első és legfontosabb része ennek a technikai fázisnak (mozgás- és testhelyzet) az előkészület vagy más néven készenléti helyzet (Crespo és Reid, 2009). A hatékony ütéseknek a bázisa a megfelelő készenléti pozíció, amely az ütés elindítása előtti egyéni testhelyzetet jelenti. A legtöbb sportjátékban megjelenik ez a készenléti helyzet, amelyet általánosságban atletikus alapállásnak (Athletic Base Position, ABP) hívnak (Tóth, 2021). Ebben az ABP pozícióban a lábak vállszéles terpeszben vannak, a lábfejek párhuzamosak, a térd és a csípő közel 90 fokos hajlításban, a törzs feszes és a karok a felsőtest mellett vannak enyhén hajlított könyökkel (Pozsonyi és Schandl, 2019). A teniszben ez abban mutat kis mértékű eltérést, hogy a lábak optimális helyzete szélesebb,

mint a vállszéles (főleg a hálónál történő pozícióban), és a játékosoknak a kezükben kell tartani a megfelelő helyzetben az ütőjüket (Tóth, 2021). Természetesen ez az alapállás az adott kontextustól is függ, hiszen az alapvonaljátéknál, az adogatás-fogadásnál, illetve a hálójátéknál ez kis mértékben változhat (Dobos, 2011). Roetert és munkatársai (2003) szerint a tenisz specifikus ABP-nél a legfőbb, hogy legyen egy stabil egyensúlyi helyzet, amelyből a játékos a kellő dinamikával el tud indulni. Az ebből való mozgásindítás kulcsfontosságú eleme az úgynevezett szökkenő lépés (split-step), amely a gyors reagálás és a dinamikus megindulások alapját képezi (Tatsuo és mtsai., 2005; Uzu és mtsai., 2009). Ez a technikai elem a legtöbb sportmozgáshoz hasonlóan a nyújtásos-rövidülési ciklusra (Stretch Shortening Cycle, SSC) épül, amely lehetővé teszi a hatékony és robbanékony mozgáskezdetet (Roetert és mtsai., 2003). Ugyanakkor a szökkenő lépést gyakran félre szokták értelmezni a gyakorlatban. Ahogy Kovacs (2009) rámutat, gyakran úgy gondolják, hogy egy egyszerű, páros lábbal történő előre szökkenésről van szó, amelynél a talajra érkezés mindkét lábbal egy időben történik. Ezzel szemben Saviano (2000) kutatásai alapján látható, hogy a profi játékosok egy specifikus, aszimmetrikus kivitelezést alkalmaznak: szökkenés után először az ellenkező (a labdától távolabbi) láb érkezik a talajra, miközben a másik láb a labda irányába fordul, amelyet angolul „toe out landing”-nek hívnak. Ez az aprónak mondható technikai különbség jelentős előnyt biztosít a gyors irányváltásban. A mozdulat hatékonyságát tovább befolyásolja a játékos elővételezési (anticipációs) képessége is (Tóth, 2021). Ahhoz, hogy a teniszező a szökkenést követően az optimális irányba tudjon elindulni, már a levegőben – a szökkenés legmagasabb pontján, az ún. Top of the Hop (TOH) fázisban – fel kell ismernie a labda irányát (Kovacs, 2009). A megfelelő ABP és a split-step végrehajtása mellett az úgynevezett tehermentesítő (unweighting) elem is fontos: ez egy páros vagy váltott lábbal végrehajtott kis szökkenésekből álló mozgáselem, amelyet a versenyző a kiinduló testhelyzetben végez. Ennek célja a folyamatos mozgásban tartás és az, hogy a szökkenő lépést a lehető leggyorsabban véghez lehessen vinni (Dobos, 2011).

Az előkészület vagy készenléti fázis után a mozgás és testhelyzetek technikai rész csoportban található a különböző testpozíciók a találat pillanatában. Az alapütések és a röpték kivitelezése során a versenyzők jellemzően három alap ütészállásban helyezkednek el (Crespo és Reid, 2009): nyitott állás (open stance), semleges állás (squared/neutral stance), és zárt állás (closed stance). Szoktak még egy negyedik verziót is használni, ami

a félig nyitott ütésállás (semi-open stance), amely a nyitott és semleges között helyezkedik el (Black, 2002; Muhamad és mtsai., 2016; Martin és mtsai., 2021). A kutatások sokszor vitatják, hogy a nyitott vagy semleges ütésállásból születnek effektívebb ütések. Bahamonde (2001) rámutatott a nyitott állás stratégiai és taktikai előnyeire, mely szerint rövidebb az előkészítéshez szükséges idő, ami lehetővé teszi a játékosok számára, hogy közelebb játszanak az alapvonalhoz. Miközben egy másik tanulmányban Knudson és Bahamonde (1999) hangsúlyozzák a semleges állás jelentőségét a stabil és pontos ütőpályák horizontális síkban történő fenntartásában. Úgy gondolják a szakemberek, hogy ezeket a különböző ütésállásokat az adott taktikai kontextusokhoz kell igazítani a játékosoknak, például a nyitott állást preferálják a védekező szituációkban, és a semleges állást a támadóbb szituációkban (Castellani és mtsai., 2007). Az biztos, hogy az elmúlt évtizedekben a nyitott ütésállás használata nagyon felkapott és elterjedt lett a teniszezők körében (Knudson és Blackwell, 2000). Nagyjából az 1990-es években kezdték egyre többen használni ezt az állást, többek között az elsők között a férfiaknál Andre Agassi, a nőknél pedig Gabriela Sabatini (Caprioli és mtsai., 2025). Egy friss kutatásban Caprioli és munkatársai (2025) igyekeztek megoldást keresni arra a kérdésre, hogy a sikeres pályán nyújtott teljesítmény szempontjából melyik ütésállás bizonyul hatásosabbnak. A szakemberek 42 női és férfi versenyzőt vizsgáltak holt-labdás gyakorlatokkal aszerint, hogy a laterális védekező ütéseknel a nyitott vagy semleges állás, illetve a diagonális-támadó ütéseknel szintén a két ütésállás közül melyik bizonyul a teljesítmény szempontjából jobbnak. Az alábbi teljesítmény faktorokat vizsgálták: ütés sebesség, ütés pontosság és ütés gazdaságosság (metabolikus terhelés). Az eredmények azt mutatták, hogy a semleges állásból mind a két pozícióból szignifikánsan magasabb sebesség értékek születtek, mint a nyitott állásból. Azonban az ütés pontosságnál igaz, hogy a neutrális helyzetből pontosabbak voltak az ütések, de nem volt statisztikailag szignifikáns ez a különbség a nyitott álláshoz viszonyítva. A metabolikus terhelés tekintetében a nyitott állásból történő ütések kevésbé voltak fárasztóak, de nem volt jelentős a különbség itt sem. A kutatók azt a konklúziót vonták le, hogy célszerű a mérkőzéseken, amikor van rá lehetőség a semleges ütésállásokat alkalmazni. Valamint taktikai szempontból az offenzív játéktípusú teniszezők is eredményesebbek tudnak lenni, ha többször használják a neutrális helyzetet és úgymond „rálépnek” a labdára, amikor csak lehetőségük van rá (Roetert és Kovacs, 2019).

Tehát ezek a mozgás- és testhelyzetek azok, amelyek technikai szempontból a legjellemzőbbek a tenisz mérkőzéseken és mindig a különböző taktikai szituációkból erednek. Ezek határozzák meg a sportolók terhelési profiljait (külső- és belső edzésterhelés) is, amelyek az olyan kontextusok különbözőféleképpen befolyásolhatnak, mint a győztes és vesztes mérkőzések, offenzív vagy defenzív stratégiák és játéktílusok. Éppen ezért célszerű a teljesítmény elemzésekor integrált módon kezelni a fizikális és taktikai akciókat és nem elszeparálni egymástól ezt a két csoportot.

2.2. A tenisz mérkőzések speciális terhelési profiljai a kontextusok függvényében

2.2.1. Az integrált teljesítmény elemzés bemutatása

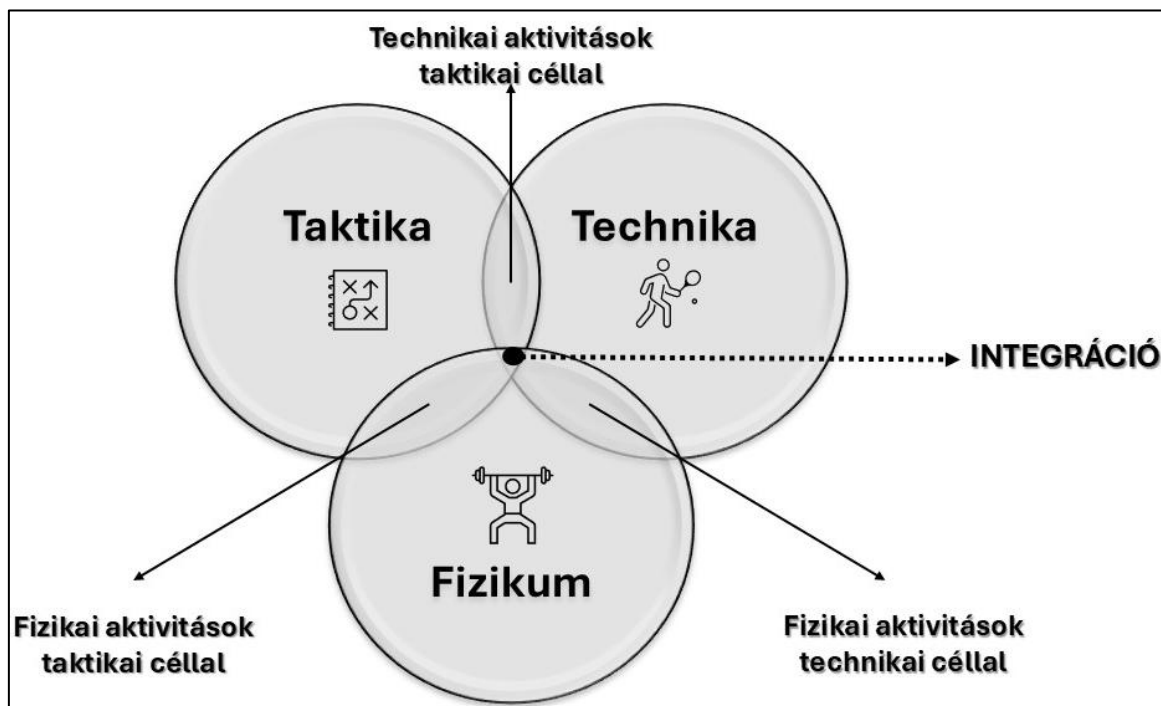
Az elmúlt évtizedekben a legújabb teljesítmény monitorozási technológiák elterjedésével a különböző edzésterhelési mutatókat nagyon sok tudományos kutatásban és a pályán, vagyis a gyakorlatban is vizsgálták. Azonban a legtöbb esetben ezeket a fizikális, technikai, és taktikai változókat izolált módon elemezték az ún. redukcionista metodológiával (Ju, 2022). Amennyiben egyetértünk abban, hogy a sportjátékokban a fizikális terheléseket maga a taktikai szituáció és az adott kontextus modulálja (Schuth és mtsai., 2016), különös az a tény, hogy az elmúlt négy évtizedben ezen paraméterek monitorozásánál nem vették figyelembe magát a taktikát. Éppen ezért több kutató is főleg a labdarúgás területéről azt a javaslatot tette, hogy célszerű integrált módszerrel elemezni ezeket a terhelési jellemzőket és mindig az adott körülményhez igazítani a teljesítmény elemzését egy adott mérkőzésnek (Ade és mtsai., 2016; Schuth és mtsai., 2016; Bradley és Ade, 2018). Így ezen kontextualizált adatok mentén választ lehet kapni arra, hogy miért hajtott végre egy adott fizikai aktivitást a sportoló, valamint arra, hogy ezt milyen intenzitáson és terjedelemmel hajtotta végre (Ju, 2022). Ezen holisztikus, integrált módszert mutatja be Bradley és Ade (2018) ábrája is, amelyet elsősorban a labdarúgásra hoztak létre, de a vázát ugyanúgy lehet adaptálni a többi labdajátékra is (2. ábra). A labdarúgásban már évtizedek óta úgy szokták még specifikusabbá tenni a teljesítmény monitorozást - annak érdekében, hogy aztán az edzéseken is pontosan meg tudjon történni a játékosok közötti differenciálás - hogy például az egyes posztok terhelési jellemzőit külön vizsgálják (Bradley és mtsai., 2019; Martín-García és mtsai., 2019). Ezt a fajta megközelítést az elmúlt pár évben a sporttudósok úgy fejlesztették tovább, hogy a

különböző posztok fizikai aktivitásait aszerint is elemezték, hogy éppen milyen taktikai szerepet (offenzív vagy defenzív) töltenek be az adott mérkőzésen (Modric és mtsai., 2020; Scott és mtsai., 2020).

Egy másik specifikus elemzési módja a labdarúgó mérkőzéseknek, amikor a mérkőzés legintenzívebb periódusai mentén vizsgálják a játékosok teljesítményét (Bradley és mtsai., 2009; Di Mascio és Bradley, 2013). Ezeket a periódusokat a meccsek alatt több időtartamban is meg szokták adni (pl. 1-, 3-, 5-, 10-, és 15 perc), míg ezalatt legtöbbször nézik a lokomotív és mechanikai terhelési paramétereket nézik (Martín-García és mtsai., 2018; Casamichana és mtsai., 2019; Fereday és mtsai., 2020; Riboli és mtsai., 2021). Ezt a fajta megközelítést általában azért használják, hogy a játékosok a mérkőzések fizikális szempontból legmegterhelőbb szituációira is fel legyenek készítve. Természetesen mindezekon a befolyásoló faktorokon kívül még olyan egyéb kontextuális tényezők is léteznek, amelyek ráhatással vannak a fizikális teljesítményre, mint például a formáció/játékstílus, az ellenfél tudásszintje, a mérkőzés helyszíne (hazai vagy vendég), és a mérkőzés kimenetele (győzelem, vereség vagy döntetlen) (Carling és Dupont, 2011; Baptista és mtsai., 2019; Modric és mtsai., 2020). Nem szándékom dolgozatomban részletezni ezeket a labdarúgás specifikus tanulmányokat, hiszen egy csapatsportágat egyértelműen nem lehet összehasonlítani az olyan egyéni sportággal, mint a tenisz. Az olyan kutatási eredményeket azonban érdemes megemlíteni, amelyek például a mérkőzések kimenetele szempontjából vizsgálták a fizikai akciókat a pályán, vagy melyekben a két csapat szintje más volt, hiszen látni fogjuk, hogy vannak logikusan összefüggő magyarázatok az ehhez hasonló tenisz specifikus kutatásokkal, amelyek ha nem is teljes egészébe, de integrálhatók más sportjátékokba is. Több vizsgálat is kimutatta, hogy azok a csapatok, amelyek a tabellán alacsonyabban helyezkedtek el, több összesen megtett távolságot és magas-intenzitású futással megtett távolságot tettek meg a mérkőzések során, mint azok akik, előrébb álltak a tabellán (Rampinini és mtsai., 2007; Castellano és mtsai., 2011).

A másik kontextuális megközelítésben pedig Castellano és munkatársai (2011) azt vizsgálták, hogy a meccsek kimenetele milyen hatással van a fizikális teljesítményre. Az eredményekből az derült ki, hogy a magas-intenzitású futással megtett távolság ($21,1-24 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$) több volt (13%) annál a csapatnál, amelyik vesztesre állt. Lago és kollégái (2010) hasonló eredményeket kaptak, hiszen a vesztesre álló csapatnál az volt látható, hogy

minden percben 1 méterrel több magas-intenzitású futással megtett távot ($>19,1 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$) hajtottak végre, de természetesen ebben is vannak a posztok között differenciák (Redwood-Brown és mtsai., 2012). Az ütős sportágak esetében a mérkőzés teljesítmények elemzésénél ugyancsak figyelembe kell venni a sportágra jellemző kontextuális faktorokat, amelyek a tenisznél a legtöbb esetben a pályaborítást jelenti (Murias és mtsai., 2007; Fernandez-Fernandez és mtsai., 2010; Galé-Ansodi és mtsai., 2016), de fontos a játékosok tudásszintje (Fernandez-Fernandez és mtsai., 2009b; Pereira és mtsai., 2017a; Kovalchik és Reid, 2017), a mérkőzések kimenetele (Hoppe és mtsai., 2014, 2016; Kilit és Arslan, 2017), valamint a játékosok stílusa (Bernardi és mtsai., 1998) és az alkalmazott mérkőzés stratégia (Hoppe és mtsai., 2019, 2020).



2. ábra. Az integrált teljesítmény elemzés teoretikus modellje a sportjátékokban (Bradley és Ade, 2018 nyomán saját szerkesztés).

2.2.2. A tenisz mérkőzések terhelési profiljai a tudásszint és a mérkőzések kimenetele szempontjából

Az elit versenysportban mindig is az volt és lesz a legfontosabb, hogy mely képességeknek a magas szintje szükséges a győzelemhez és a sikerességhez (Tóth és mtsai., 2025a,b). Ezek alatt a motorikus, technikai, taktikai, és mentális képességeket és készségeket egyaránt értjük. A legtöbb labdajátékban mindezt direkt módon magán a mérkőzéseken végrehajtott külső- és/vagy belső terhelési értékek, technikai és taktikai akciók monitorozásával, vagy indirekt módon például a motorikus képességek izolált - tehát játékon kívüli – mérésével szokták megállapítani. A világ legelterjedtebb csapatsportágában, a labdarúgásban az egyes csapatok sikeressége és a külső terhelés vagy futási aktivitások közötti kapcsolat megállapításához a leggyakrabban a magas-intenzitású futásokat szokták összehasonlítani a csapatok tabellán való elhelyezkedésével (Mohr és mtsai., 2003; Di Salvo és mtsai., 2009; 2013; Rampinini és mtsai., 2009; Bradley és mtsai., 2013, 2016). Ezzel kapcsolatban Mohr és kollégái (2003) azt találták, hogy a legmagasabb szintű profi labdarúgók nagyobb távolságot tesznek magas-intenzitású futással egy mérkőzésen, mint az alacsonyabb szinten lévők, valamint a 'Yo-Yo Intermittent Recovery Test Level 1' aerob állóképességet felmérő kondicionális teszten is magasabb eredményt értek el. Ezzel ellentétben az Angol Premier League-t vizsgálva az derült ki, hogy az alacsonyabban jegyzett csapatok játékosai nagyobb távolságot tesznek meg összesen, valamint a magas-intenzitású futási zónában is többen futnak, mint a magasabb szinten lévők (Bradley és mtsai., 2013). Mindezekből is látszódik, hogy a sportjátékokban a sikeresség elsősorban a technikai és taktikai tudáson múlik, és nem feltétlenül a fizikai kvalitásokon (Bradley és mtsai., 2013; Carling, 2013).

A teniszben is relatíve több kutatásban keresték a különbségeket a sikeresebb és kevésbé sikeres játékosok, valamint a mérkőzések győztesei és vesztesei között a kondicionális képességek szempontjából (Girard és Millet, 2009; Filipcic és mtsai., 2010; Baiget és mtsai., 2014; Kramer és mtsai., 2016, 2017; Ulbricht és mtsai., 2016; Dobos és mtsai., 2021). Dobos és kollégái (2021) például azt vizsgálták, hogy a ranglistán előrébb rangsorolt játékosok a tenisz-specifikus fizikális képességekben jobbnak bizonyulnak-e, mint a hátrébb elhelyezkedők. Az eredményekből az derült ki, hogy a lányoknál az U14 és U18-as korosztályokban az alsó- és felső végtagi robbanékony erő és a ranglista helyezés között pozitív kapcsolat van, tehát a korosztályos lány játékosoknál, aki

magasabb szintű explozivitással rendelkezik, az a tenispályán is több sikert ér el. Ezzel ellentétben a fiúknál egyik képesség esetében sem találtak jelentős összefüggést, melyet a szerzők azzal magyaráztak, hogy a férfi teniszben – már utánpótlás szinten is – elsősorban a technikai és taktikai készségek dominálnak, míg a nőknél egyszerűbbek az ilyen jellegű megoldások, ezért ezen neuromuszkuláris képességek szerepe jobban felértékelődik. Ulbricht és munkatársai (2016) munkája teljes mértékben alátámasztja ezen eredményeket, hiszen ebben a vizsgálatban is azt kapták, hogy a robbanékonny erő (főleg a felső test) a legmeghatározóbb prediktor tényező a pályán nyújtott sikeresség nézőpontjából a junior teniszezőknél. Egy harmadik hasonló jellegű kutatásban szintén az jött ki a felmérésekből, hogy a fiúknál a felső végtagi robbanékonyság, míg a lányoknál az érési státuszon kívül az alsó végtagi robbanékonyság szintje játszik döntő szerepet a sikerességben a korosztályos játékosoknál (Kramer és mtsai., 2017). Természetesen azt mindenképp meg kell jegyezni, hogy ez nem azt jelenti, hogy ezen képességek a felnőtt sikeres versenyteljesítményt is előre jelzik, hiszen ezek csak a korosztályos teljesítménnyel vannak összefüggésben. Arra több vizsgálat szükséges, hogy a felnőtt, profi játékosoknál melyek azok a fizikális tényezők, amelyek jelentős hatással vannak a pályán leadott teljesítményre. Valamint mennyiben befolyásolja mindezekon kívül a taktikai-technikai tudás, illetve a mentális tényezők a játékos sikerességét. Ezek megállapításához azonban szükséges a mérkőzések közbeni aktivitásokat is megvizsgálni a külső- és belső terhelési tényezők szempontjából, és rendes mérkőzés körülmények közben összehasonlítani a játékosokat.

Galé-Ansodi és munkatársai (2017b) kutatásukban már a mérkőzés kontextusban hasonlították össze a magasabban és alacsonyabban rangsorolt játékosokat a futási aktivitásuk szempontjából. A kapott eredmények azt mutatták, hogy az előrébb jegyzett játékosok szignifikánsan nagyobb távolságot tettek meg percenként, illetve magasabb maximális sebesség értékeket is elértek, mint a hátrébb jegyzettek. Ezt alátámasztja Martínez-Gallego és munkatársai (2013) munkája is, melynél a győztes mérkőzés kondíciókban a teniszezők nagyobb távolságot futottak, mint a vesztes helyzetben. Azonban Fernandez-Fernandez és kollégái (2009b) az ellenkezőjét kapták, hiszen az alacsonyabban rangsorolt teniszezők futottak jelentősen többet a magas-intenzitású futási zónában. Mindezek a mért változók azonban lokomotív mutatók, tehát a játékosok futási sebességéről és megtett távolságairól adnak tájékoztatást, azonban a teniszben

fontosabbnak bizonyulnak a különböző mikromozgásokat vizsgálni (Tóth és mtsai., 2021a). Ezt Hoppe és munkatársai (2014) kutatási eredményei is alátámasztják, mely szerint az utánpótláskorú meccseknél a magas-intenzitású gyorsulások ($\geq 2 \text{ m/s}^2$) és lassulások ($\leq -2 \text{ m/s}^2$) háromszor sűrűbben fordultak elő, mint a nagy sebességű futások ($\geq 3 \text{ m/s}$). Ebben a vizsgálatban legfőképpen azt akarták megtudni, hogy van-e különbség a mérkőzés győztese és vesztese között, de ezen mikromozgások tekintetében nem jött ki jelentős differencia. Ugyanezen szerző csoport újabb mérkőzés vizsgálati szintén alátámasztják ezen eredményeket a korosztályos versenyzőknél, azonban itt felnőtteket is mértek és azt találták, hogy a győztes játékosok szignifikánsan több gyorsulást hajtottak végre a tenyeres oldalra, ellentétben a vesztesekkel, akik a fonák irányba gyorsultak többször (Hoppe és mtsai., 2016). Kilit és Arslan (2017) vizsgálati eredményei is azt mutatják, hogy nincsen jelentős különbség a mérkőzések győztesei és vesztesei között a futási aktivitásokban és a fiziológiás reakciókban sem.

Tóth és kollégái (2021a) „zárt” körülmények között, „holt-labdás” edzésgyakorlatokkal vizsgálták az egyes ütések sikeressége és a pályán megjelenő mikromozgások terjedelmi mutatói közötti kapcsolatot. Az eredmények többsége – egy ütés kivételével – azt mutatta, hogy aki több mikromozgást hajtott netán végre az ütésekhez való helyezkedéseknél annak az ütési pontossága nem lett feltétlenül jobb. Mindezen előzőekben ismertetett kutatási eredmények, illetve a gyakorlati edzői tapasztalat után azt lehet mondani a többi sportjátékhoz hasonlóan, hogy a sikerességhez java részt a technikai és taktikai tudás magas szintje szükséges és ezen kondicionális képességek inkább alapkövetelmény az elit teniszben (Birrer és mtsai., 1986; Reid és mtsai., 2007). Azonban ahogyan jobban halad előre a korosztályokban egy játékos, úgy egyre inkább dominánsan a saját játéktudásához és személyiségéhez megfelelő játéktípust és stratégiákat célszerű alkalmazni a mérkőzéseken. Ez azonban az edzéseken is egyre stílus-specifikusabb felkészülést igényel mind a pályán, s mind a pályán kívül (Hoppe és mtsai., 2019, 2020).

2.2.3. A tenisz mérkőzések terhelési profiljai a játéktípusok- és stratégiák szempontjából

Az előző fejezetekben már ismertettem a leggyakrabban előforduló játéktípusokat és azok technikai-taktikai, valamint fizikális jellemzőit. A mindezen stílusokhoz tartozó jellemzőket általában empirikus úton gyűjtötték össze a pályán dolgozó

sportszakemberek legfőképpen szubjektív alapon. Azonban emellé fontos hozzá kapcsolni az objektív alapokon nyugvó információkat is, annak érdekében, hogy még célozottabban történjen az egyes játéktílusok szerinti fejlesztés. Tehát mindezekből kiindulva az integrált teljesítményelemzést használva érdemes a tenisz mérkőzéseken megvizsgálni a különböző játéktílusok szerint játszó versenyzők külső- és belső terhelési jellemzőit, aktivitási profiljait, és technikai-taktikai tulajdonságait. Jelenlegi tudásunk szerint nem született sok ilyen jellegű mérkőzéselemzés, amely az egyes stílusokra fókuszál, de azért már korábban is elkezdtek foglalkozni ezen területtel a specifikusság elve érdekében.

A felnőtt egyéni mérkőzéseket elemezve, az aktivitási profil szempontjából Bernardi és munkatársai (1998) azt találták, hogy az egyes labdamenetek hosszára az eltérő stílusok nagy hatással vannak. A támadó játékosoknál az átlagos labdamenetek hossza $4,8 \pm 0,4$ másodperc, az egész pályás játékosoknál $8,2 \pm 1,2$ másodperc, míg a védekező játékosoknál $15,7 \pm 3,5$ másodpercre növekedett ez az idő (Bernardi és mtsai., 1998). Ezek a különbségek ráadásul statisztikailag szignifikánsnak is bizonyultak. Mindebből adódóan az effektív játékidő is arányosan alakult, tehát a támadó stílusnál $21\% \pm 5,5\%$, az egész pályásnál $28,6\% \pm 4,2\%$, és a védekező stílusnál $38,5\% \pm 4,9\%$ volt salakos tenispályán. Majd természetesen ebből következik az is, hogy ezen külső terhelési paraméterek hatással vannak a teniszezők belső terhelési válaszára. Ugyanebben a vizsgálatban az jött ki, hogy a támadó játékosok a maximális pulzusuk $63,6\%$ -án, a védekező játékosok pedig a $82,5\%$ -án dolgoznak a mérkőzéseken. Ezen külső- és belső terhelési adatok pedig mindig a taktikából erednek, amelyeket az előző fejezetekben felsoroltam. Azt azonban fontos megjegyezni, hogy a mérkőzéseken belül az alap stratégiai alapelvek változhatnak, mert folyamatosan reagálni kell az ellenfél taktikai megnyilvánulásaira (Hoppe és mtsai., 2020). Azonban az egyik fő célkitűzés a játékosok számára egy mérkőzés előtt, hogy az ellenfélre a saját játékukat igyekezzenek a lehető leghatékonyabban ráerőltetni. Több olyan kutatás született, melyben az egyes mérkőzéseken alkalmazott stratégiák terhelési profiljait vizsgálták és hasonlították össze egymással elsősorban „zárt” körülmények között.

Hoppe és kollégái (2019) felnőtt női teniszezőknél vizsgálták az aktív és passzív játékstratégiák hatását a mérkőzés aktivitásokra és a fiziológias válaszokra. Szimulált mérkőzéseket kellett játszaniuk a teniszezőknek egyszer aktív stratégiával, egyszer meg

passzív módon úgy, hogy különböző utasításokat kaptak ezekkel kapcsolatosan. Az eredményekből az derült ki, hogy e között a két stratégiai kondíció között jelentős különbségek vannak, amelyek elsősorban az ütési akciókban, majd az aktivitási profilban, végül pedig a futási aktivitásokban, és fiziológiás válaszokban nyilvánulnak meg. Az előzőekben bemutatott vizsgálattal összehasonlítva hasonló eredmények tapasztalhatók, tehát, hogy a defenzív stratégiával játszó szituációban a vizsgálati személyek magasabb aktivitási profil értékeket (pl. ütések száma labdamenetenként, labdamenetek időtartama, effektív játékidő), futási aktivitással kapcsolatos értékeket (pl. összesen megtett távolság, alacsony-intenzitású futással megtett távolság, alacsony-intenzitású gyorsulással megtett távolság), és az élettani terheléssel összefüggésben lévő értékeket (pl. magas pulzuszónában eltelt idő, laktát koncentráció) produkáltak. Mindezen adatokat jól alátámasztja Hoppe és munkatársai (2020) újabb kutatása is, melyben kibővítették annyival a vizsgálatot, hogy nem csak olyan stratégiai kondíciókat néztek, ahol a passzív stratégiájú játszott passzívvval, vagy aktív-aktív ellen, hanem megvizsgálták a vegyes kondíciók hatását is az előzőekben felsorolt paraméter csoportokra. A kutatási eredmények azt mutatták, hogy a saját kontroll kondícióhoz képest - mindegyik stratégiai kontextusnál – a legnagyobb hatással a technikai-taktikai akciókra (pl. alapütések száma, hibák száma) és aktivitási profilokra (pl. ütések száma labdamenetenként, labdamenetek időtartama, terhelés-pihenés aránya, effektív játékidő) voltak. Majd ezután jöttek csak nagy hatással a külső terhelési tényezők (pl. magas-intenzitású gyorsulással és lassulással megtett távolság), és végül közepes hatással a belső terhelési tényezők (pl. laktát koncentráció, átélt erőfeszítés nagysága).

Összességében láthatjuk azt, akár úgymond „nyílt” kontextusban az egyes játéktílusokat elemezzük edzői utasítás nélkül, akár „zárt” körülmények között az egyes stratégiai kondíciókat vizsgáljuk edzői utasítással, hogy különbségek vannak az egyes stílusok és stratégiák között. Azonban az egyáltalán nem egyértelmű, hogy mely sportág specifikus technikai-taktikai elemekben, külső- és belső terhelési tényezőkben van eltérés a kontextusok között. Valamint az sem világos, hogy az eltérő korosztályokban és nemeknél is észrevehetőek-e számottevő differenciák vagy ez akár mérkőzésenként is változhat.

3. CÉLKITŰZÉSEK

1. vizsgálat

Kutatásunk elsődleges célkitűzése az volt, hogy megállapítsuk a „zárt” mérkőzés körülmények alatt fellelhető különbségeket a támadó (offenzív) és a védekező (defenzív) játékstratégiai szituációk között korosztályos férfi teniszezőknél a külső- és belső edzésterhelési mutatók alapján.

Ezen belül az alábbi konkrét célokat fogalmaztuk meg:

1. Hogyan befolyásolja a támadó és a védekező stratégiai kondíció az alacsony és magas irányváltások, valamint a felgyorsulások számát minden mozgásikban?
2. Milyen különbségek mutatkoznak az ütési aktivitási értékekben a támadó és a védekező stratégiai kondíciók alkalmazása során?
3. Hogyan hat a támadó, illetve a védekező stratégiai kondíció a sportolók által észlelt terhelésre (RPE)?

2. vizsgálat

Kutatásunk második célkitűzése az volt, hogy megállapítsuk a „nyílt” körülmények között mutatkozó eltéréseket a támadó alapvonal- és a védekező alapvonal játéktílus szerint játszó utánpótláskorú férfi teniszezők külső- és belső edzésterhelési paraméterei alapján. Továbbá választ kerestünk arra is, hogy melyek a fő különbségek a mérkőzések győztesei és vesztesei között. Mindemellett, hogy meghatározzuk az elit korosztályos magyar mérkőzések aktivitási profiljait, és elemezzük azok külső edzésterhelési mutatóit egy új fajta elemzési módszerrel.

Ezen belül az alábbi konkrét célokat fogalmaztuk meg:

1. Mutatnak-e magasabb futási aktivitási értékeket a támadó játéktílus szerint játszó teniszezők a védekező játéktílushoz képest?
2. Eltér-e az észlelt terhelés (RPE) mértéke a támadó és a védekező játéktílus szerint játszó teniszezők között?
3. Különböznek-e a futási aktivitási értékek a mérkőzések győztesei és vesztesei között?

4. Eltér-e az észlelt terhelés (RPE) mértéke a mérkőzések győztesei és vesztesei között?
5. Milyen általános aktivitási profilok jellemzik a szimulált mérkőzéseket az ütési aktivitások és az idődimenziók függvényében, kontextustól függetlenül?

HIPOTÉZISEK

1. vizsgálat

Az első vizsgálatunk hipotéziseihez kapcsolódó saját tanulmány: (Tóth és mtsai., 2025a)

- 1.1. A defenzív játékstratégiai kondícióban lévő utánpótláskorú teniszezők magasabb PlayerLoad™ értékeket érnek el, vagyis több gyorsulást hajtanak végre mind a három mozgássíkba, mint az offenzív stratégiát alkalmazók.
- 1.2. A defenzív játékstratégiai kondícióban lévő utánpótláskorú teniszezők több alacsony- és magas intenzitású irányváltást hajtanak végre a bal és a jobb oldalra egyaránt, mint az offenzív stratégiát alkalmazók.
- 1.3. A defenzív játékstratégiai kondícióban lévő utánpótláskorú teniszezők nagyobb ütési pörgetéssel ütik meg a tenyeres- és fonák ütéseket egyaránt, mint az offenzív szituációban. Azonban az ütések sebességében nincsen jelentős különbség a két kondíció között.
- 1.4. A defenzív játékstratégia szerint játszó utánpótláskorú teniszezők magasabb RPE értékeket érnek el, hiszen a mikromozgásaik terjedelme is jelentősen nagyobb, mint az offenzív játékosoknál.

2. vizsgálat

A második vizsgálatunk hipotéziseihez kapcsolódó saját tanulmány: (Tóth és mtsai., 2025b)

- 2.1. A védekező alapvonal játékosok több magas-intenzitású gyorsulást, lassulást és irányváltást produkálnak, mint a támadó alapvonal játékosok, és ezáltal az összes külső tenisz-specifikus terhelésük is nagyobb.
- 2.2. A védekező alapvonal játékosok magasabb RPE értékeket mutatnak, mint a támadó alapvonal stílus szerint játszó teniszezők.

- 2.3. A mérkőzések vesztesei több magas-intenzitású gyorsulást, lassulást és irányváltást produkálnak, mint a mérkőzések győztesei, és ezáltal az összes külső tenisz-specifikus terhelésük is nagyobb.
- 2.4. A mérkőzések vesztesei magasabb RPE értékeket mutatnak, mint a mérkőzések győztesei.

4. MÓDSZEREK

A kutatási célunk elérésére és az ehhez kapcsolódó hipotézisek tesztelésére két különálló vizsgálatot végeztünk. Az első vizsgálatnál a célunk az volt, hogy „zárt” körülmények között – tehát a játékosoknak be kellett tartaniuk az edzők által előre meghatározott taktikai utasításokat – vizsgáljuk meg az offenzív és defenzív játékstratégiai kondíciók hatását futási- és ütési aktivitásokra, valamint a szubjektív belső terhelésre szimulált mérkőzések közben. A második vizsgálat esetében már „nyílt” kontextusban – tehát a résztvevő teniszezők a saját maguk játéktípusa szerint szabadon – vizsgáltuk meg a támadó alapvonal- és a védekező alapvonal játéktípusok hatását a futási aktivitásokra, és szintén a szubjektív belső terhelésre. Mind a két vizsgálatban magyar elit korosztályos férfi teniszezők vettek részt, az általunk megszabott szempontok szerint. A második vizsgálatban játéktípustól függetlenül vizsgáltuk az egyes szimulált mérkőzések aktivitási profiljait, amely alatt az ütési aktivitásokat és idő-dimenziókat értjük. Valamint ennél a vizsgálatnál - a futási aktivitások felmérésénél - egy új fajta kimondottan tenisz-specifikus mozgásokra épülő paraméter csomagot használtunk, amely jól szemlélteti a tenispályán létrejövő mozgásokat. A korábbiakban végzett elővizsgálataink és a nemzetközi sztenderdek hatására döntöttünk mind a két vizsgálat kialakult protokollja mellett.

4.1. A támadó (offenzív) és védekező (defenzív) játékstratégiák összehasonlító vizsgálata

4.1.1. Általános leírás

Ebben a keresztmetszeti kutatásban a teniszben két leggyakoribb játékstratégia (offenzív és defenzív) közötti különbségeket vizsgáltuk a futási- és ütési aktivitások, valamint a szubjektív belső terhelés tekintetében. A vizsgálat egy nap alatt zajlott le 2023. májusában, délután 14:00 és 16:00 óra között. Mindegyik résztvevő játékos ugyanazon fővárosi utánpótlásnevelő teniszklubból lett kiválasztva, s így a méréseiket is a saját megszokott körülményeik között végeztük el. A vizsgálatot szabadtéri, salakos borítású

tenispályán hajtottuk végre (hőmérséklet: 21,2-24,5 °C; relatív páratartalom: 44-56%; Kestrel 4000 Pocket Weather Tracker, Nielsen Kellerman, USA, Boothwyn, PA).

4.1.2. Vizsgálati személyek

A vizsgálatban 6 elit korosztályos férfi teniszező szerepelt egy azonos tenisz egyesületből, akiket szakmai mintavétellel választottunk ki. A vizsgálati személyek általános adatai a 4. táblázatban láthatók. A beválasztási kritériumok a következők voltak: (i) U16-U18-as korosztályba tartozó férfi játékosok, (ii) magyar nemzeti korosztályos ranglista ≤ 10 , (iii) jobbkez dominancia, (iv) képes támadó és védekező játékstratégia alkalmazására egyaránt. A kizárási kritériumok pedig az alábbiak voltak: (i) sérüléssel/betegséggel szenved, (ii) ortopédiai műtét az elmúlt 12 hónapban, (iii) magas-intenzitású edzésen részvétel az előző 48 órában. A meghatározott kizárási kritériumok alkalmazása után a minta viszonylag kisméretű maradt, ugyanakkor ezen résztvevők elit szintű junior vagy már professzionális játékosok voltak, így ezek a szempontok biztosították számunkra a magas színvonalú mérkőzések megvalósulását. A teniszezők egy héten átlagosan $10,3 \pm 1,5$ óra tenisz edzésen és $3,3 \pm 0,7$ óra erőnléti edzésen vettek részt. Emellett szezononként átlagosan $23,1 \pm 4,5$ hivatalos országos és/vagy nemzetközi versenyen vettek részt. A vizsgálat ideje alatt egy játékos a Nemzetközi Tenisz Szövetség (International Tennis Federation, ITF) junior ranglistáján a top 200-ban, egy a top 500-ban, a többiek pedig a top 2000-ben szerepeltek, és ketten közülük már szerepeltek a Hivatásos Teniszezők Szövetségének (Association of Tennis Professionals, ATP) ranglistáján. Mindegyik játékos egészpályás játéktípust képviselt, tehát egyaránt jól tudták alkalmazni a támadó és védekező stratégiákat és taktikákat. A vizsgálat előtt a teniszezőket és a törvényes képviselőiket részletesen tájékoztattuk a kutatás menetéről, majd az írásos beleegyezésüket is kértük. A vizsgálatot a Magyar Testnevelési és Sporttudományi Egyetem Tudományos és Kutatásetikai Bizottsága hagyta jóvá (jóváhagyási szám: TE-KEB/02/2022; jóváhagyás dátuma: 2022. február 6.) és megfelelt a Helsinki Dekrétum humán vizsgálatokra vonatkozó előírásainak.

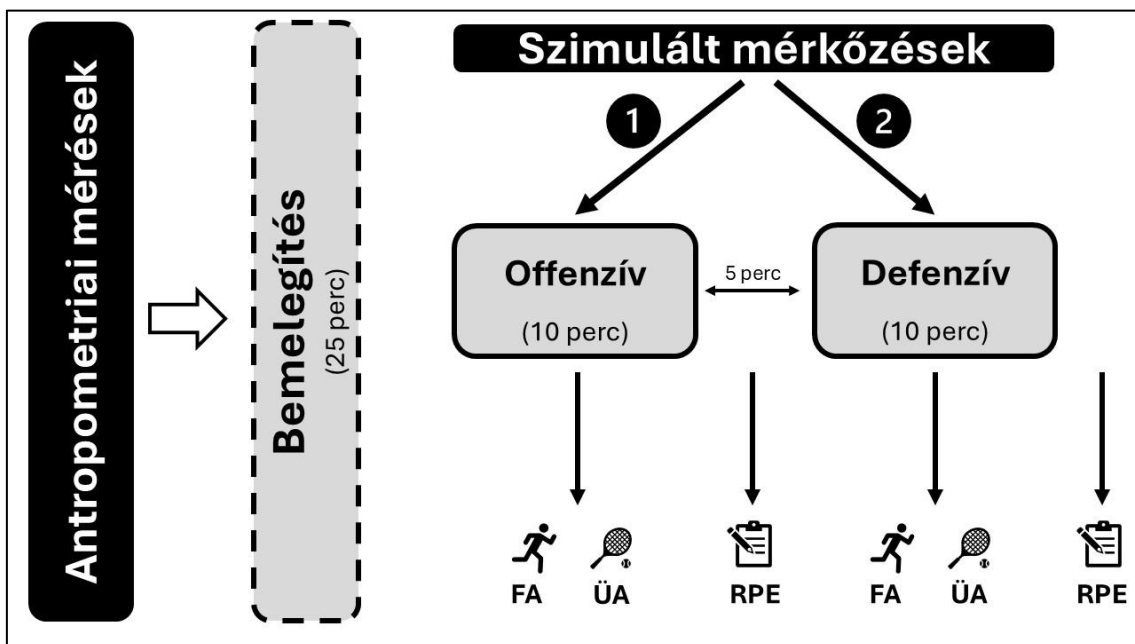
4. táblázat. Az első vizsgálat résztvevőinek általános adatai (saját szerkesztés).

Változók	Átlag	Szórás (\pm SD)
Naptári életkor (év)	15,7	1,0
Testmagasság (cm)	180,7	6,5
Testtömeg (kg)	71,0	10,8

4.1.3. Vizsgálati protokoll

A 3. ábra szemlélteti az alkalmazott vizsgálati protokoll vázlatát. A vizsgálatban résztvevők előzetes eligazítást kaptak a protokollról és válaszoltunk az esetlegesen felmerülő kérdéseikre. A mérési nap általános antropometriai vizsgálatokkal kezdődött, amelyet a szimulált mérkőzések követtek. A testmagasságot rögzített stadiométerrel ($\pm 0,1$; Holtain Ltd., UK, Crosswell), a testtömeget pedig digitális mérleggel ($\pm 0,1$ kg; ADE Electronic Column Scales, Németország, Hamburg) mértük fel. Az antropometriai mérések után a játékosok 15 perces általános bemelegítést (alacsony-intenzitású keringésfokozó gyakorlatok, izomaktiváció, mobilizáció- és dinamikus nyújtás, neuromuszkuláris aktiváció), majd 10 perces tenisz-specifikus bemelegítést (alapütések, röpték, adogatás, adogatás-fogadás) végeztek. Ezután a játékosokat tudásszintjük szerint párokba osztották a saját edzőik Hoppe és munkatársai (2020) ajánlása alapján. A tudásszint szempontjából azt vették figyelembe a szakemberek a párosításkor, hogy milyen ranglistával rendelkezik a játékos (kvantitatív besorolás), valamint, hogy mennyire képesek defenzív és offenzív taktikai elemeket is megvalósítani (kvalitatív besorolás). Mindegyik résztvevő kettő, egyenként 10 percig tartó szimulált mérkőzést kellett játszania 5 perces passzív pihenőidővel előre meghatározott protokoll alapján (Hoppe és mtsai., 2019, 2020). A 10. perc végeztével az utolsó pont kijátszásra került. A 10 perces szakaszok lehetővé tették több mérkőzés lejátszását egy nap alatt, a felhalmozódó fáradtság minimalizálása mellett, figyelembe véve azt, hogy a játékosok szezon közben, versenyek között voltak. A mérkőzések az ITF hivatalos szabályai szerint, „tie-break” formátumban zajlottak. A szimulált meccsekhez vadonatúj, 53-56 g tömegű és 6,5 cm átmérőjű Slazenger Ultra Vis labdákat használtunk. A játékosok minden mérkőzés előtt egyszerű taktikai instrukciókat kaptak papír alapon. Támadó stratégia esetén az állt a papíron, hogy „Próbáld meg te magad befejezni a pontokat vagy hibára kényszeríteni az ellenfelet!”, védekező stratégiánál meg „Próbáld megnyerni a pontokat

a ki nem kényszerített hibák minimalizálásával!”. Ezen taktikai utasítások magyar nyelven szerepeltek a lapokon, és a résztvevők számára már ismertek voltak az edzésekről. A játékosok a mérkőzések előtt nem beszélhettek egymással a kapott instrukciókról. Ha a teniszező nem követte az előírt utasításokat, az ITF kvalifikált edző azonnal figyelmeztette őt. Mindenkinek kellett játszania egy mérkőzést támadó-, egyet pedig védekező játékstratégiai kondícióban, így összesen 6 szimulált mérkőzés eredményeit tudtuk kielemezni.



3. ábra. Az első vizsgálat protokolljának sematikus ábrája (saját szerkesztés).

Megjegyzés: FA = futási aktivitások; ÜA = ütési aktivitások; RPE = rating of perceived exertion (átélt erőfeszítés nagysága).

4.1.4. Vizsgált változók

4.1.4.1. Futási aktivitások

A pályán történő futási aktivitások és tenisz-specifikus mozgások felmérésére GNSS (Global Navigation Satellite Systems) alapú rendszert használtunk 10 Hz-en, valamint az ebbe integrált 100 Hz-en működő háromtengelyű piezoelektromos gyorsulásmérőt, giroszkópot és magnetométert (Catapult OptimEye S5, Catapult Innovations, Ausztrália, Melbourne). Ezen eszköz jó mérési pontossággal és

megbízhatósággal rendelkezik sportágtól függetlenül. Az intra-eszköz megbízhatóság (ICC) értékei ezen szenzornak 0,77 és 1,00 tartományban mozognak, amely erős belső konzisztenciát jelez az azonos egységen végzett ismételt mérések esetén (Nicolella és mtsai., 2018). Ugyanakkor az inter-eszköz reliabilitás (különböző OptimEye S5-ök között) jobban ingadozott, kis és nagy hatásméretéig (ES: 0,54-1,20), ami arra utal, hogy különböző egységek adatai kevésbé összehasonlíthatók egymással (Nicolella és mtsai., 2018). Éppen ebből kifolyólag használtuk mindig ugyanazt a szenzort, ugyanannál a játékosnál. A szenzort a két lapocka közé a gyártó által kifejlesztett neoprén mellényben rögzítettük. Ez a típusú mikrosszenzor megfelelő megbízhatósággal és pontossággal rendelkezik az olyan sportágakban, ahol kis területen történnek a mozgások (Castellano és mtsai., 2011; Rampinini és mtsai., 2015), valamint kimondottan a tenisz-specifikus mozgások felmérésére is alkalmas (Galé-Ansodi és mtsai., 2016). A mikroszenzort 15 perccel a szimulált mérkőzések előtt bekapcsoltuk a kollégákkal, de csak a bemelegítés után helyeztük be a vizsgálati személyek mellényeibe. Ebben a vizsgálatban kimondottan a GNSS-be épített inerciális mérőegység (Inertial Measurement Unit, IMU) – tehát a gyorsulásmérő, giroszkóp és magnetométer – által rögzített adatok kerültek felmérésre, mivel ezek vizsgálják a magas-intenzitású mikromozgásokat, amelyek a teniszben a leggyakoribbak (Tóth és mtsai., 2021a). Az elemzett változók közé tartozott a PlayerLoad™ (PL) nevezetű integrált mutató, amely az összes irányba végzett gyorsulásokat összesíti, így egy mértékegység nélküli (Arbitrary Unit, AU) számot kapunk, és a sportolót ért neuromuszkuláris terhelést jellemzi (Cormack és mtsai., 2013) (4. ábra). A PL megbízhatóságát korábban igazolták, és 1,9%-os variációs koefficiens (Coefficient Variation, CV) jellemzi csapatsportolók körében (Boyd és mtsai., 2011) és a teniszben is (Galé-Ansodi és mtsai., 2016). A PL mellett vizsgáltam az irányváltások számát is alacsony ($2,5 \text{ m/s}^2$) és magas ($\geq 2,5 \text{ m/s}^2$) intenzitási zónákban, jobb és bal irány szerint. A jobbra irányuló irányváltásokat 45° és 135° közötti, a balra irányulókat pedig -135° és -45° közötti gyorsulásokként definiáltuk (Galé-Ansodi és mtsai., 2016). Ezeket az inerciális mozgáselemzés (Inertial Movement Analysis, IMA) típusú adatokat korábban is használták tenisz-specifikus kutatásokban az irányváltások meghatározására (Galé-Ansodi és mtsai., 2016). Ebben a vizsgálatban a mért paraméterek abszolút értékeit vettük figyelembe, hiszen mindenki ugyanannyi ideig játszott. Az adatok feldolgozása a

Catapult OpenField (v1.22.2; Catapult Innovations, Ausztrália, Melbourne) szoftverrel történt, majd .CSV formátumban exportáltam a további elemzésekhez.

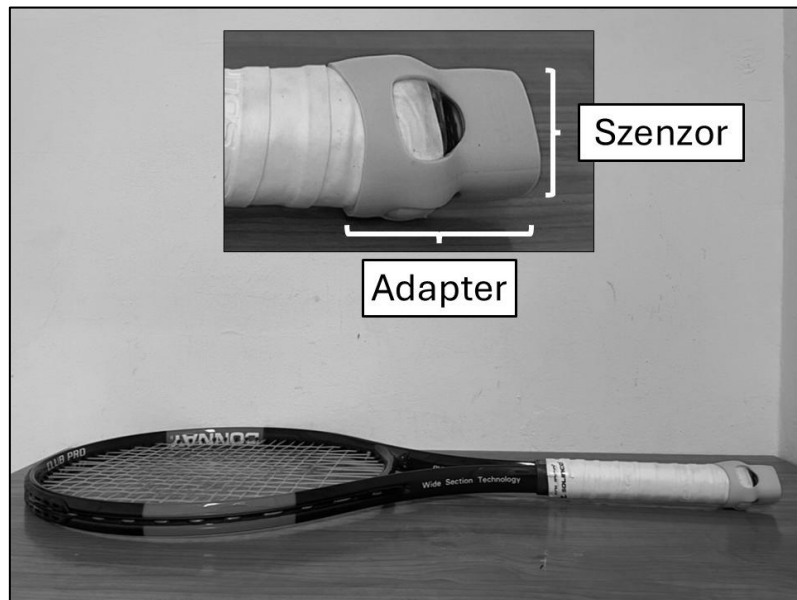
$$\text{PlayerLoad}^{\text{TM}} = \frac{\sqrt{(a_{y1} - a_{y-1})^2 + (a_{x1} - a_{x-1})^2 + (a_{z1} - a_{z-1})^2}}{100}$$

4. ábra. A PlayerLoadTM külső edzésterhelési mutató kiszámításának képlete (Boyd és mtsai., 2011 után saját szerkesztés). Megjegyzés: a_y = lineáris gyorsulás; a_x = laterális gyorsulás; a_z = vertikális gyorsulás.

4.1.4.2. Ütési aktivitások

Az ütési aktivitások mérésére az ütőre felszerelhető okosszenzort (Zepp Tennis 2.2.1, Zepp Labs, USA, San Jose, CA) alkalmaztunk, amely gyorsulásmérőt és giroszkópot tartalmazott. Ennek az eszköznek az érvényességét igazoló eljárás jó eredményeket mutatott az ütés- és sebességszámok tekintetében, míg más ütéstípusoknál mérsékelt eredmények születtek (Keaney és Reid, 2018). A Zepp szenzor által mért ütési sebesség szinte tökéletes egyezést mutatott az arany standard VICON rendszerrel (ICC = 0,983; $p < 0,001$), ami kiváló érvényességet jelez a sebességméréshez. Mindemellett ez a típusú okosszenzor mérsékelt egyezést mutatott a tényleges ütéstípusokkal ($\kappa = 0,612$), például az ütés pörgetési paraméterekkel. Jelenleg ez az egyetlen okosszenzor, amely minden ütőtípussal kompatibilis (Fernández-García és Torres-Luque, 2018; Cayetano és mtsai., 2022). A szenzorokat a gyártó által biztosított „flex-mount” adapterrel rögzítettük az ütők végére (5. ábra), ami lehetővé tette az egyszerű áthelyezést különböző ütők között, ezzel csökkentve a fogáskülönbségekből eredő interferenciát (Giménez-Egido és mtsai., 2020). A játékosok tisztában voltak a szenzorok használatával, és a vizsgálat előtt játékosprofilokat hoztunk létre szociodemográfiai adatokkal, amelyek segítségével a szenzorokat és a kapcsolódó mobilalkalmazást (Zepp Tennis, Zepp Inc., USA, Milpitas, CA) összekapcsoltuk. Mindegyik teniszező ugyanazt a szenzort használta mindkét szimulált mérkőzésen, hogy elkerüljük az adatvesztést. Minden szenzor külön okostelefonhoz kapcsolódott Bluetooth-on keresztül annak érdekében, hogy elkerüljük az interferenciát. A vizsgált változók a következők voltak: (i) tenyeres ütési sebesség (km/h),

(ii) fonák ütési sebesség, (iii) tenyeres pörgetés (rpm), (iv) fonák pörgetés (rpm). Az összes adatot a mobilalkalmazásban rögzítettük, majd .CSV formátumban exportáltuk.



5. ábra. A Zepp Tennis 2.2.1 szenzor rögzítése a játékosok ütőin (saját szerkesztés).

4.1.4.3. Belső edzésterhelés

A belső edzésterhelés vizsgálatához a résztvevők átélt erőfeszítésének nagyságát (Rating of Perceived Exertion, RPE) mértük a Borg-féle CR-10 skálán. Ennek a skálának az érvényessége erős korrelációt mutat a szívfrekvenciával ($r = 0,74$; $p < 0,001$) és a vér laktát szinttel ($r = 0,83$; $p < 0,001$) aerob testmozgás során (Scherr és mtsai., 2013). Az olyan kis területen játszott sportágakban, mint például a tenisz is gyakran alkalmazzák az RPE mérést a belső terhelés monitorozására (Reid és mtsai., 2007; Kilit és Arslan, 2017). Közvetlenül mindegyik szimulált mérkőzés után rögzítettük az RPE adatokat egy előzetes protokoll alapján (Murphy és mtsai., 2014) (3. ábra). A játékosokat megkérdeztük: „Mennyire volt megterhelő a mérkőzés?”, és egy 0-10-es Likert-skálán kellett a választ értékelniük. A kapott RPE eredményeket papíron rögzítettük, majd számítógépen Excel (Microsoft Excel, 16.49, Microsoft Inc., USA, Washington, DA) táblázatba vezettük át.

4.2. A támadó alapvonal és a védekező alapvonal játéktípusok, és a mérkőzések győztesének és vesztesének összehasonlító vizsgálata

4.2.1. Általános leírás

A disszertációm második vizsgálata szintén egy keresztmetszeti kutatás volt, csak itt már „nyílt” körülmények között játszottak szimulált mérkőzéseket a résztvevők. A „nyílt” kifejezés alatt azt értjük, hogy a teniszezők a saját maguk stílusa szerint játszhatták végig az összes mérkőzést, ellentétben az első vizsgálattal, ahol meg volt számukra határozva, hogy milyen stratégiával kell végig játszani a meccseket. Ennél a vizsgálatnál a cél az volt, hogy azonosítsuk a különbségeket a két legtöbbet használt játéktípus (támadó alapvonal és védekező alapvonal) és a mérkőzések győztese és vesztese között a futási aktivitások és a belső edzésterhelés viszonylatában. Mindemellett stílustól függetlenül azt szeretnénk volna meghatározni, hogy melyek a legjellemzőbb aktivitási profilok ebben a korosztályban. A kutatás 2024. decemberének elején zajlott, és mindegyik vizsgálati nap délután 2 órán át tartott 14:00 és 16:00 óra között. Mindegyik résztvevő játékos egy fővárosi utánpótlásnevelő tenisz egyesület tagja volt, amely lehetővé tette számomunkra, hogy a saját körülményeik között végezzük el a felméréseket a kollégáimmal. A vizsgálatokat fedett, salakos tenispályán hajtottuk végre (hőmérséklet: 18,0-19,5 °C; relatív páratartalom: 45-51%; Kestrel 4000 Pocket Weather Tracker, Nielsen Kellerman, USA, Boothwyn, PA).

4.2.2. Vizsgálati személyek

A vizsgálatban 16 elit korosztályos férfi teniszező szerepelt egy azonos tenisz egyesületből, akiket szakmai mintavétellel választottunk ki. A vizsgálati személyek általános adatai a 5. táblázatban láthatók. A beválasztási kritériumok a következők voltak: (i) U16-U18-as korosztályba tartozó férfi játékosok, (ii) magyar nemzeti korosztályos ranglista ≤ 30 , (iii) támadó alapvonal- vagy védekező alapvonal játékos. A kizárási kritériumok pedig az alábbiak voltak: (i) sérüléssel/betegséggel szenved, (ii) ortopédiai műtét az elmúlt 12 hónapban, (iii) magas-intenzitású edzésen részvétel az előző 48 órában. A játéktípusok szerinti besorolás egy korábban alkalmazott protokoll alapján történt (Pokharel és Zhu, 2021), amelyben a játékosok és edzőik egymástól

függetlenül azonosították a játéktípust. A versenyző és az edzője külön választotta ki a stílust, biztosítva, hogy egyik fél sem tudja a másik választását. Ha a választások megegyeztek, akkor a meghatározott stílus véglegesnek tekinthető volt. Azonban, ha a két választás eltért, egy második edző hozta meg a végső besorolást. Ezen kritériumok alkalmazása után 9 támadó alapvonal játékos és 7 védekező alapvonal játékos került bele a vizsgálatba. Az összes vizsgálati személy közül ketten balkéz dominanciájúak, míg tizennégyen jobbkez dominanciájúak voltak. Továbbá a játékosok 62,5%-nak volt ranglistás helyezése az Európai Tenisz Szövetségnél (European Tennis Association, ETA) és/vagy a Nemzetközi Tenisz Szövetségnél (International Tennis Federation, ITF). A kiválasztott játékosok átlagosan $11,2 \pm 1,0$ tenisz edzésen és $3,5 \pm 0,5$ erőnléti edzésen vettek részt mikrociklusonként a versenyszezonban. Mindemellett egy teljes szezon során átlagosan $24,3 \pm 4,1$ országos és/vagy nemzetközi versenyen indultak. A vizsgálat előtt a teniszezőket és a törvényes képviselőiket részletesen tájékoztattuk a kutatás menetéről, majd az írásos beleegyezésüket is kértük. A vizsgálatot a Magyar Testnevelési és Sporttudományi Egyetem Tudományos és Kutatásetikai Bizottsága hagyta jóvá (jóváhagyási szám: TE-KEB/02/2022; jóváhagyás dátuma: 2022. február 6.) és megfelelt a Helsinki Dekrétum humán vizsgálatokra vonatkozó előírásainak.

5. táblázat. A második vizsgálat résztvevőinek általános adatai (saját szerkesztés).

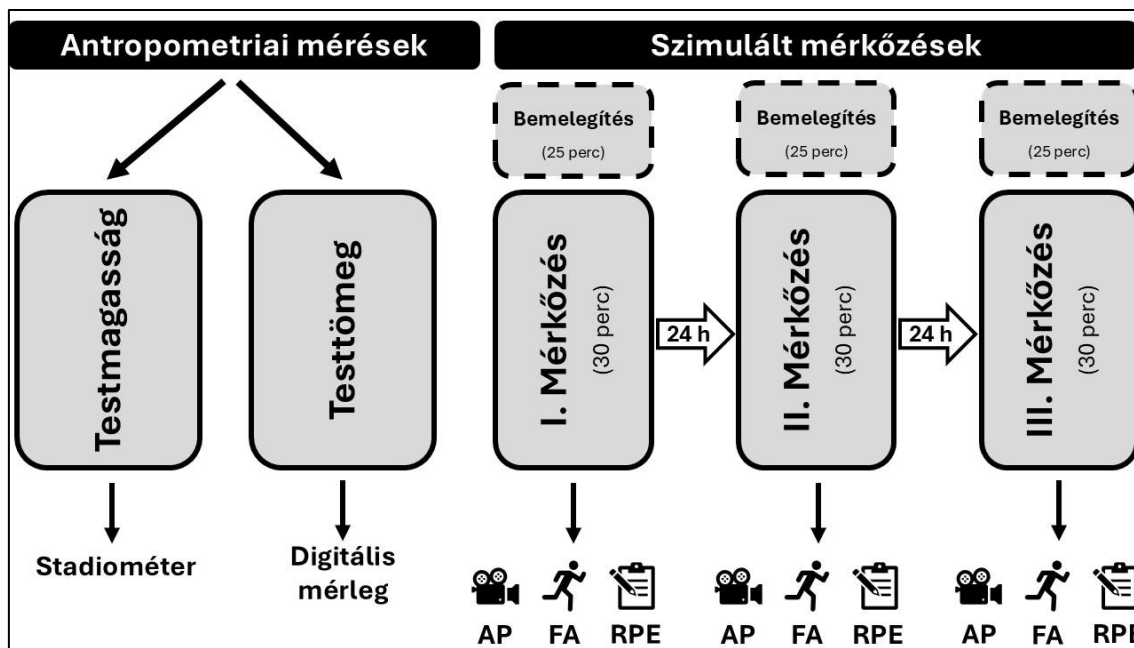
Változók	Összes játékos (n = 16)	Támadó alapvonal játékosok (n = 9)	Védekező alapvonal játékosok (n = 7)
Naptári életkor (év)	$16,0 \pm 1,1$	$16,4 \pm 1,1$	$15,5 \pm 0,9$
Testmagasság (cm)	$179,2 \pm 9,9$	$183,1 \pm 10,3$	$174,1 \pm 7,2$
Testtömeg (kg)	$67,0 \pm 10,4$	$69,5 \pm 12,0$	$63,9 \pm 7,5$

4.2.3. Vizsgálati protokoll

A 6. ábrán látható ezen vizsgálat protokolljának sematikus ábrája. A vizsgálatok megkezdése előtt a résztvevő játékosok egy előzetes tájékoztatót vettek részt, amely során részletes információkat kaptak a teljes kutatás folyamatáról, valamint feltehetők az

esetleges kérdéseiket. Mindegyik vizsgálati személy három nap alatt végezte el a felmérést, amely során minden nap szimulált mérkőzéseket játszott. Az első napon, a mérkőzések megkezdése előtt általános antropometriai méréseket végeztünk a sportolókon, melyben testmagasságukat rögzített stadiométerrel ($\pm 0,1$; Holtain Ltd., UK, Crosswell), a testtömegüket pedig digitális mérleggel ($\pm 0,1$ kg; ADE Electronic Column Scales, Németország, Hamburg) mértük. Az antropometriai mérések után a teniszezők egy általános bemelegítő protokollt hajtottak végre (15 perc), amely alacsony-intenzitású keringésfokozó gyakorlatokból, izomaktiváló, dinamikus nyújtó és idegrendszeri aktivizáló feladatokból tevődött össze. Ezt követően a sportág-specifikus bemelegítő rész következett (10 perc), amely során alapütéseket, röptéket, adogatásokat és adogatás-fogadásokat végeztek. A vizsgálatban résztvevőket játéktudásuk alapján négy egyenként négy főből álló csoportra osztottuk, amelyet az egyesület edzői határoztak meg. Mindegyik versenyzőnek minden másik játékosal játszania kellett a saját csoportjában, ami azt jelentette, hogy mindegyik résztvevő három mérkőzést játszott. Így összesen hat mérkőzés volt csoportonként, tehát a teljes vizsgálatban 24 szimulált mérkőzés zajlott le. A játéktípus szerinti csoportosítás randomizált volt, hiszen az elsődleges szempont a csoportok kialakításánál a tudásszint volt. Ezen csoportokat a játékosok edzői hozták létre elsősorban Hoppe és munkatársai (2020) iránymutatása alapján, ahol a ranglista helyezést (kvantitatív besorolás) és a technikai-taktikai tudásszintet (kvalitatív besorolás) vették figyelembe. A résztvevő teniszezőket csak arról tájékoztattuk a mérkőzések előtt, hogy saját játéktípusuk szerint játszanak. A szimulált mérkőzések 30 percig tartottak annak érdekében, hogy mindegyik játékos hasonló terhelési időtartamot tapasztaljon. Mindegyik mérkőzés az ITF hivatalos szabályai szerint zajlott. A 30 perc felénél, azaz 15 perc elteltével emlékeztettük a résztvevőket a fennmaradó időről. Ha a mérkőzés teljes ideje lejárt, a folyamatban lévő game-et befejezték, és az a játékos számított győztesnek, aki több game-et nyert a 30 perc során. Ha a game-ek száma egyenlő lett volna, akkor egy 7 pontos „tie-break” következett, de egyik mérkőzésen sem fordult elő ilyen eshetőség. A résztvevő versenyzők a 90 másodperces pihenőidőkben, minden páratlan game után ihattak és leülhettek. A mérkőzésekhez vadonatúj, 53-56 g tömegű és 6,5 cm átmérőjű „Slazenger Ultra Vis” labdákat használtunk, amelyek megfeleltek a nemzetközi szabványoknak. A mérkőzések során a játékosoknak saját maguknak kellett felszedniük a labdákat minden pont után, valamint ők számolták az eredményt is. Az első mérkőzés

után 24 órás pihenőt kaptak a következő mérkőzés előtt, és nem volt szabad enniük a felmérések előtt 2 órával. A három mérkőzésnap ideje alatt megkértük a résztvevők edzőit, hogy ne terheljék túl a játékosokat plusz tenisz- vagy erőnléti edzésekkel, a fáradtság minimalizálása érdekében.



6. ábra. A második vizsgálat protokolljának sematikus ábrája (saját szerkesztés).

Megjegyzés: AP = aktivitási profil; FA = futási aktivitások; RPE = rating of perceived exertion (átélt erőfeszítés nagysága); h = hour (óra).

4.2.4. Vizsgált változók

4.2.4.1. Aktivitási profil

Az aktivitási profilok rögzítéséhez a mérkőzéseket videokamerákkal (60 képkocka/másodperc) (GoPro, Hero10 Black, GoPro Inc., USA, San Mateo, CA) rögzítettük, majd a kapott videófelveteleket elemeztük. A kamerákat a pálya szélén, 2 méterre az oldalonaktól, és 6 méterre a talajszint felett helyeztük el (Fernandez-Fernandez és mtsai., 2008; Kilit és mtsai., 2016). A videóadatokat elemzéséhez nyílt forráskódú szoftvert (Kinovea, 0.8.15 verzió) alkalmaztunk, amelyet végig ugyanazon tapasztalt kutató kezelte. Mivel az elemző ITF minősített edző volt, ezért a vizsgált paramétereket megfelelő érvényességgel és megbízhatósággal tudta értékelni. A Smekal

és munkatársai (2001) által kidolgozott mérkőzésprotokollt - amely megbízhatónak bizonyult (Fernandez-Fernandez és mtsai., 2007, 2008, 2013; Mendez-Villanueva és mtsai., 2010) – alkalmaztuk annak érdekében, hogy nyomon kövessük és dokumentáljuk az egyes game-ek és labdamenetek időtartamát, a pihenőidők hosszát a game-ek és a labdamenetek között, valamint az ütések számát labdamenetenként. Az alábbi változókat vettük figyelembe az ATP hivatalos mérkőzés statisztikai sablonja és korábbi hasonló jellegű teniszvizsgálatok alapján (Fernandez-Fernandez és mtsai., 2007; Hoppe és mtsai., 2020):

- labdamenetek száma (number of rallies, NR; mértékegység = n)
- ütések száma labdamenetenként (strokes per rally, SPR; mértékegység = n)
- 0-4 ütéses labdamenetek száma (mértékegység = n)
- 5-8 ütéses labdamenetek száma (mértékegység = n)
- 9+ ütéses labdamenetek száma (mértékegység = n)
- 0-4 ütéses labdamenetek aránya (mértékegység = %)
- 5-8 ütéses labdamenetek aránya (mértékegység = %)
- 9+ ütéses labdamenetek aránya (mértékegység = %)
- labdamenetek időtartama (duration of the rallies, DR; mértékegység = s)
- pihenőidő a labdamenetek között (rest time between rallies, RT; mértékegység = s)
- effektív játékidő (effective playing time, EPT; mértékegység = %)

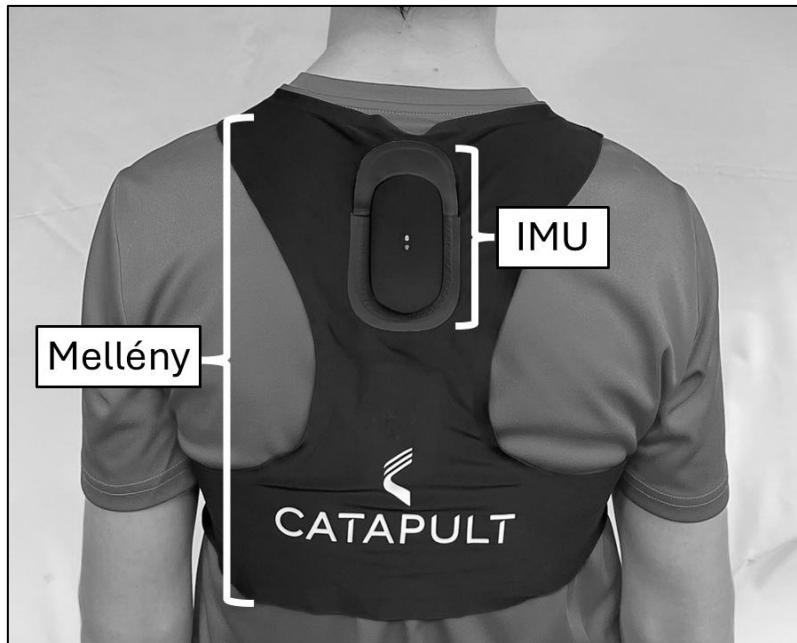
Az összes adatot a nyílt forráskódú szoftverben rögzítettük, majd .CSV fájlformátumban exportáltuk további elemzés céljából.

4.2.4.2. Futási aktivitások

A pályán történő futási aktivitások és tenisz-specifikus mozgások felmérésére az előző vizsgálathoz hasonlóan GNSS alapú rendszert használtunk 10 Hz-en, valamint az ebbe integrált 100 Hz-en működő háromtengelyű piezoelektromos gyorsulásmérőt, giroszkópot és magnetométert (Catapult Vector S7, Catapult Innovations, Ausztrália, Melbourne). Ez a szenzor egy újabb verziója az első vizsgálatban használatnak, de ugyanolyan megbízhatósággal és pontossággal rendelkezik ezáltal a gyártó által, tehát az

intra-eszköz megbízhatóság (ICC) értékei ezen szenzornak is 0,77 és 1,00 tartományban mozognak (Nicolella és mtsai., 2018). A szenzort a két lapocka közé a fejlesztők által kifejlesztett neoprén mellényben rögzítettük (7. ábra). Az egész vizsgálat során minden játékos ugyanazt a szenzort viselte végig. A mikroszenzort 15 perccel a szimulált mérkőzések előtt bekapcsoltuk, de csak a bemelegítés után helyeztük be a vizsgálati személyek mellényeibe. Ebben a vizsgálatban is kimondottan az IMU által rögzített adatok kerültek felmérésre, mivel ezek vizsgálják a magas-intenzitású mikromozgásokat, amelyek a teniszben a leggyakoribbak (Tóth és mtsai., 2021a), valamint ezen szenzor már képes detektálni a teniszütések aktivitását is (Perri és mtsai., 2024). Ezeket a paramétereket kizárólag abszolút értékekben kerültek rögzítésre, hiszen a mérkőzések minden vizsgálati személy számára rögzített időtartamban zajlottak. Mindezek alapján 14 futási aktivitási mutatót vizsgáltunk a gyártó gépi tanulási modellje (Catapult Sports, Ausztrália, Melbourne) és a korábbi ütősport specifikus vizsgálatok alapján (Galé-Ansodi és mtsai., 2018; Hoppe és mtsai., 2020; Perri és mtsai., 2023; Miralles és mtsai., 2025):

- magas-intenzitású ($\geq 2 \text{ m/s}^2$) gyorsulások száma (high-intensity accelerations, HiA; mértékegység = n)
- magas-intenzitású ($\leq -2 \text{ m/s}^2$) lassulások száma (high-intensity decelerations, HiD; mértékegység = n)
- magas-intenzitású ($\geq 2 \text{ m/s}^2$) irányváltások száma (high-intensity change-of-directions, HiCoD; mértékegység = n)
- összes tenisz-specifikus terhelés (total tennis load, TTL; mértékegység = AU)
- alacsony-intenzitású terhelés (low-intensity load, LiL; mértékegység = AU)
- figyelmeztetési terhelés (alert load, AL; mértékegység = AU)
- dinamikus terhelés (dynamic load, DL; mértékegység = AU)
- futó terhelés (running load, RL; mértékegység = AU)
- mozgásalapú PlayerLoad™ (movement-based PlayerLoad™, mPL; mértékegység = AU)
- tenyeres ütés terhelés (forehand stroke load, FHSL; mértékegység = AU)
- fonák ütés terhelés (backhand stroke load, BHSL; mértékegység = AU)
- adogatás terhelés (serve load, SL; mértékegység = AU)
- egyéb ütés terhelés (other stroke load, OSL; mértékegység = AU)
- ütésalapú PlayerLoad™ (stroke-based PlayerLoad™, sPL; mértékegység = AU)



7. ábra. A Catapult Vector S7 szenzor rögzítése a játékosokon (saját szerkesztés).
Megjegyzés: IMU = inertial measurement unit (inerciális mérőegység).

Ahogy az előbbieken említettem ezen mikroszenzor már az egyes ütések is tudja monitorozni (Perri és mtsai., 2024). A teniszütések a Catapult gyártó az alábbi négy csoportba sorolja: (i) tenyeres ütés (forehand stroke, FH), (ii) fonák ütés (backhand stroke, BH), (iii) adogatás (serve, S), (iv) egyéb ütés (other stroke, OS). Perri és kollégái (2022) validálták ezen ütésekkategóriák mérési pontosságát, amely szerint az adogatás pontossága 98%, az FH 94%, és a BH 86% volt. Ezen három fajta ütési kategória teljesen egyértelmű, hogy mely aktivitásokat foglalja magába, azonban az OS nem feltétlenül. Az OS ütési kategóriában az olyan ütések szerepelnek, mint a hálónál történő röpték vagy az olyan kiszorított helyzetben történő ütések („end-range strokes”), amelyek egyértelműen nem tartoznak az FH vagy a BH alapütés kategóriába (Perri és mtsai., 2023). Ezekből az ütési változókból kalkulál az sPL mutató, amely a hagyományos PL számításán alapul, és ebben az esetben az előbb felsorolt ütésekkategóriák során keletkezik. A gyártó által kifejlesztett algoritmus az eredeti PL értékeket egy másodperces időablakban rögzíti (azaz az ütési események előtt és után 0,5 másodperccel) (Perri és mtsai., 2023). Tehát így jön ki az általunk felsorolt négy terhelési eredmény minden ütési kategóriára (FHSL, BHSL, SL, OSL), melyek szummázott értéke az sPL. Mindezek mellett a gyártó ennél az új típusnál a futási aktivitások körében a tenisz-specifikus mozgásokat is négy

kategóriába csoportosítja (Catapult Sports, Ausztrália, Melbourne): (i) alacsony-intenzitású terhelés (low-intensity load, LIL), (ii) figyelmeztetési terhelés (alert load, AL), (iii) dinamikus terhelés (dynamic load, DL), (iv) futó terhelés (running load, RL). Ezek közül a LIL-be az egyszerű sétáló mozgások, az AL-be az ütések megelőző előkészítő mozdulatok (pl. súlypontsüllyesztés), a DL-be a robbanékony, nem lineáris mozgások, míg az RL-be a lineáris futómozgások tartoznak (Catapult Sports, Ausztrália, Melbourne). Ezen tenisz-specifikus futási kategóriák értékeinek összege – hasonlóan az sPL-hez - adja meg az mPL értéket, amely kizárólag a futási mozgások PL értékeit írja le eltekintve az ütésektől. Végezetül pedig a TTL változó az sPL és az mPL eredmények összegzésével egy teljeskörű képet ad a játékosok külső edzésterheléséről (Perri és mtsai., 2023).

Nem utolsósorban pedig ezen sportág-specifikus terhelési csoportokon kívül az olyan IMA paramétereket is elemeztük, mint a HiA, HiD és HiCoD. Ezeknél a mutatóknál a korábbi tenisz-specifikus kutatások (Hoppe és mtsai., 2019, 2020) mintájára a magas-intenzitású tartományt a 2 m/s^2 zóna felett vettük figyelembe. Az IMA a magas-intenzitású mikromozgásokat egy óra-alapú modellel vizsgálja (Galé-Ansodi és mtsai., 2019). Az óra lapja 360° -ot jelöl, amelyet 12 darab, egyenként 30° -os szegmensre osztanak. Ennek megfelelően a HiA a -45° és 45° közötti gyorsulásokat, a HiD a -135° és 135° közötti gyorsulásokat, a jobbra történő irányváltások a 45° és 135° közötti gyorsulásokat, míg a balra történő irányváltások a -135° és -45° közötti gyorsulásokat jelenti. E két utóbbi irányváltási csoport összegzett értéke adja a HiCoD mutatót. Mindezek után a Catapult egységek által rögzített összes adatot letöltöttük és feldolgoztuk a gyártó saját szoftverével (OpenField v1.22.2; Catapult Innovations, Ausztrália, Melbourne), majd további elemzés céljából .CSV formátumba exportáltuk.

4.2.4.3. Belső edzésterhelés

Az első vizsgálat mintájára a résztvevők belső edzésterhelésének megállapítására az RPE értékelő módszert használtuk szintén a Borg-féle CR-10 skálán. A Murphy és munkatársai (2014) által használt protokollt követtük, mely szerint a játékosokat 10 perccel a lejátszott szimulált mérkőzések után megkérdeztük, hogy „*Mennyire volt megterhelő a mérkőzés?*”, majd a 0-10-ig tartó Likert-skálán adták meg a válaszukat. A

kapott RPE eredményeket rögtön számítógépen Excel (Microsoft Excel, 16.49, Microsoft Inc., USA, Washington, DA) táblázatkezelő szoftverben rögzítettük.

4.3. Statisztikai számítások

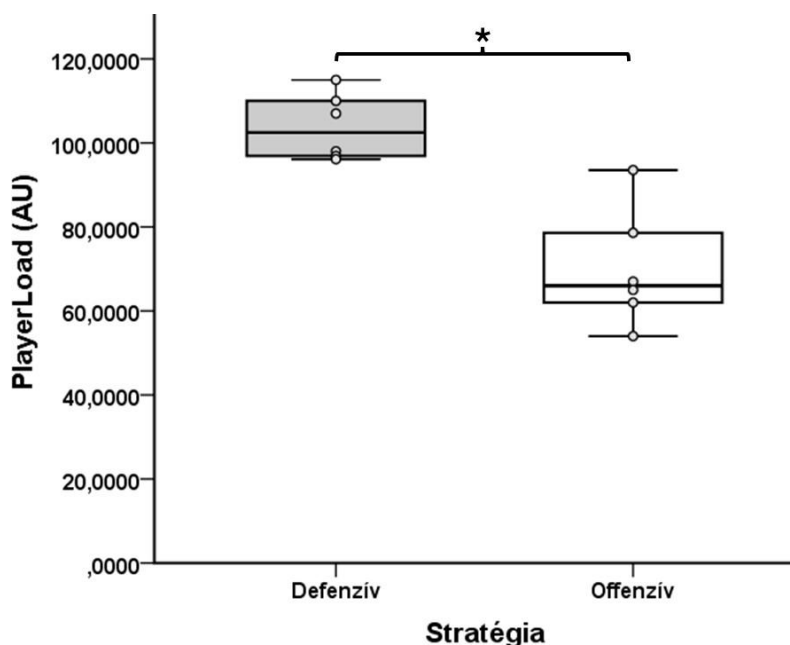
A statisztikai elemzéseket az SPSS Statistics szoftverrel végeztük (20.0 verzió, SPSS Inc., Chicago, IL, USA). Mindkét vizsgálat esetében az adatok eloszlását első lépésben normalitásvizsgálatnak vetettük alá. Ennek során a Shapiro–Wilk-próbát alkalmaztuk, amely kis és közepes elemszámú minták esetében megfelelő statisztikai erővel rendelkezik, továbbá figyelembe vettük a ferdeség és csúcsosság értékeit, valamint az eloszlások vizuális ellenőrzését hisztogramok és Q-Q plotok segítségével. A normalitás megítélése nem egyetlen kritérium alapján történt, hanem a statisztikai próbák és a grafikus módszerek együttes értelmezésével. Mivel egyik függő változó sem mutatott normális eloszlást egyik vizsgálat adatainál sem, a további elemzésekhez nem-paraméteres statisztikai eljárásokat alkalmaztunk. Az első vizsgálatban a támadó (offenzív) és védekező (defenzív) stratégiai kondíciók közötti különbségek meghatározására Wilcoxon-féle előjeles rang-tesztet használtunk. A második vizsgálatban a győztes és vesztes mérkőzés-kondíciók összehasonlításához szintén Wilcoxon-tesztet alkalmaztunk, míg az egymástól független játéktípus-csoportok (támadó alapvonal vs. védekező alapvonal) közötti különbségek vizsgálatára Mann–Whitney U-tesztet végeztünk. A második vizsgálat során a futási aktivitások és a belső edzésterhelés (RPE) változók interindividuális variabilitását a különböző játéktípusok, valamint a győztes és vesztes mérkőzések összehasonlításában a variációs együttható (CV) segítségével számszerűsítettük. Emellett a szimulált mérkőzések aktivitási profiljait leíró statisztika alkalmazásával jellemeztük, az ütési aktivitások és az idődimenziók figyelembevételével. A statisztikai eredmények gyakorlati jelentőségének értelmezésére minden összehasonlítás esetében hatásméreteket (effect size, ES) számítottunk. A nem-parametrikus próbák esetében az r -alapú hatásméretet alkalmaztuk ($r = Z/\sqrt{N}$), amely lehetővé teszi az eltérések nagyságának összehasonlítható értelmezését. Az effect size értékeket Cohen (1992) ajánlásai alapján az alábbiak szerint értelmeztük: nagyon kicsi ($<0,1$), kicsi ($0,1-0,3$), közepes ($0,3-0,5$) és nagy ($>0,5$).

A statisztikai szignifikancia szintet $p < 0,05$ -nél határoztuk meg. Az eredményeket táblázatokban és ábrákon jelenítettük meg, ahol a szignifikáns különbségeket csillaggal jelöltük.

5. EREDMÉNYEK

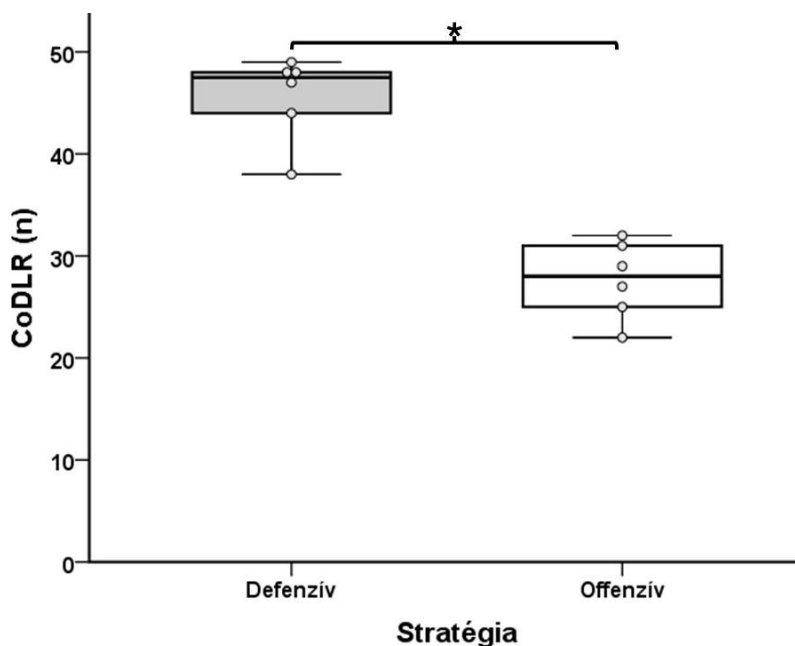
5.1. A támadó (offenzív) és védekező (defenzív) játékstratégiák összehasonlító vizsgálata

A 6. táblázat szemlélteti a külső- és belső edzésterhelési mutatók leíró statisztikáit és az egyes stratégiai kondíciók összehasonlításait. A futási aktivitások tekintetében statisztikailag szignifikáns különbség mutatkozott nagy hatásmagysággal az offenzív és a defenzív játékstratégiák között a PlayerLoad™ (T = 0,0; Z = 2,201; p = 0,031; r = 0,90; nagy ES) (8. ábra), valamint az alacsony-intenzitású (< 2,5 m/s²) jobbra történő irányváltás (T = 0,0; Z = 2,201; p = 0,031; r = 0,90; nagy ES) (9. ábra). Nem volt kimutatható szignifikáns különbség a két kondíció között az alacsony-intenzitású (< 2,5 m/s²) balra történő irányváltás (T = 2,0; Z = 1,782; p = 0,090; r = 0,73; nagy ES), a magas-intenzitású (≥ 2,5 m/s²) jobbra történő irányváltás (T = 3,0; Z = 1,572; p = 0,140; r = 0,64; nagy ES), valamint a magas-intenzitású (≥ 2,5 m/s²) balra történő irányváltás (T = 12,0; Z = 1,214; p = 0,279; r = 0,50; közepes ES) futási paraméterek esetében.



8. ábra. A defenzív és offenzív stratégiai kondíciók közötti különbség a PlayerLoad™ változóban (saját szerkesztés). A boxplotok mutatják a mediánt, a felső és alsó

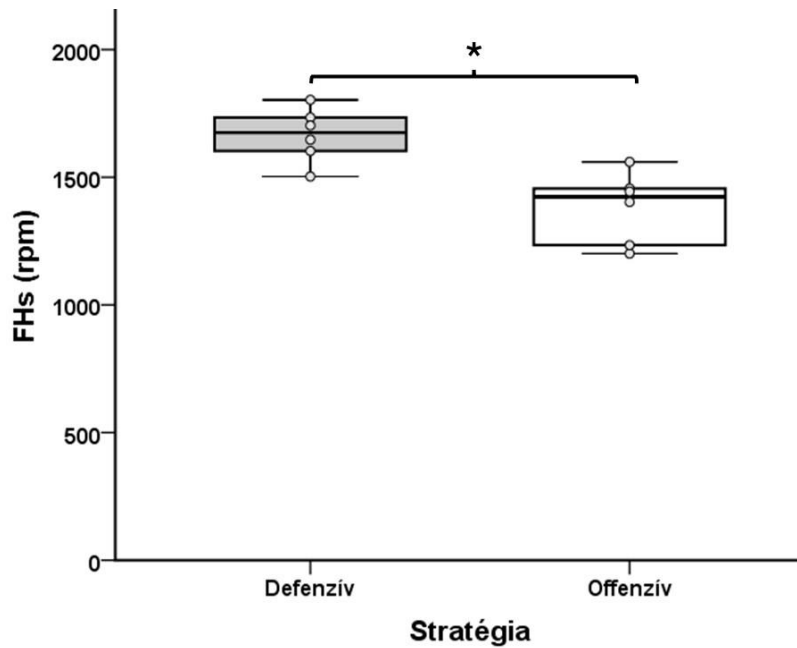
kvartiliseket, és a minimum és maximum értékeket. A defenzív- és offenzív stratégiai kondíciók közötti szignifikáns különbségeket csillag (*) jelöli. Megjegyzés: AU = arbitrary unit (mértékegység nélküli szám).



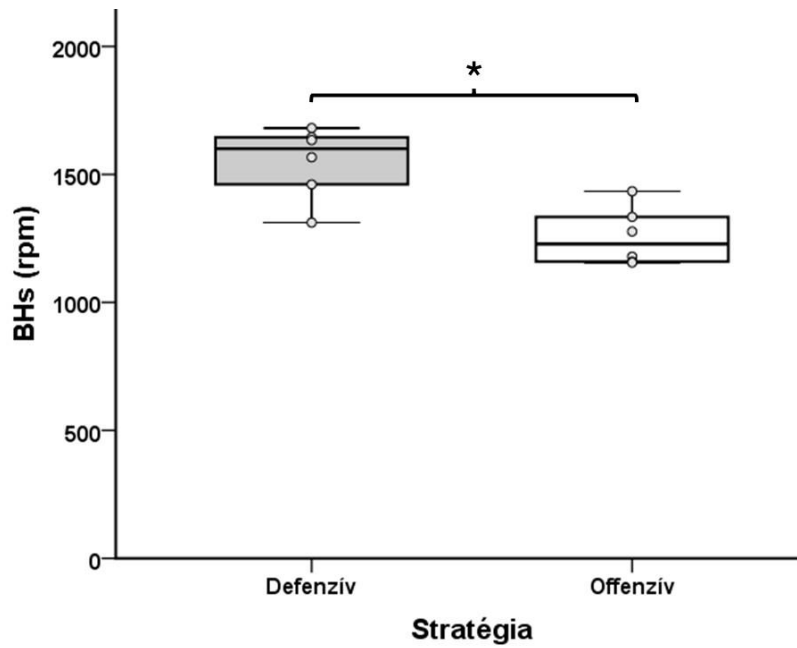
9. ábra. A defenzív és offenzív stratégiai kondíciók közötti különbség az alacsony-intenzitású ($< 2,5 \text{ m/s}^2$) jobbra történő irányváltás (CoDLR) változóban (saját szerkesztés). A boxplotok mutatják a mediánt, a felső és alsó kvartiliseket, és a minimum és maximum értékeket. A defenzív- és offenzív stratégiai kondíciók közötti szignifikáns különbséget csillag (*) jelöli. Megjegyzés: n = number (darabszám).

A tenisz ütési aktivitások vonatkozásában statisztikailag szignifikáns különbség jelentkezett nagy hatásnagysággal a támadó és a védekező stratégiai feltételek között a tenyeres pörgetés ($T = 0,0$; $Z = 2,201$; $p = 0,031$; $r = 0,90$; nagy ES) (10. ábra), illetve a fonák pörgetés ($T = 0,0$; $Z = 2,201$; $p = 0,031$; $r = 0,90$; nagy ES) (11. ábra) esetében. Ezzel szemben nem volt szignifikáns különbség a tenyeres ütési sebesség ($T = 6,0$; $Z = 0,365$; $p = 0,855$; $r = 0,15$; kicsi ES) és a fonák ütési sebesség ($T = 16,0$; $Z = 1,153$; $p = 0,313$; $r = 0,47$; közepes ES) között.

A belső edzésterhelés vizsgálatokor az RPE változó esetében nem volt kimutatható statisztikailag szignifikáns különbség a két játékstratégiai kondíció között ($T = 1,5$; $Z = 1,633$; $p = 0,102$; $r = 0,67$; nagy ES).



10. ábra. A defenzív és offenzív stratégiai kondíciók közötti különbség a tenyeres pörgetés (FHs) változóban (saját szerkesztés). A boxplotok mutatják a mediánt, a felső és alsó kvartiliseket, és a minimum és maximum értékeket. A defenzív- és offenzív stratégiai kondíciók közötti szignifikáns különbséget csillag (*) jelöli. Megjegyzés: rpm = revolutions per minute (fordulat/perc).



11. ábra. A defenzív és offenzív stratégiai kondíciók közötti különbség a fonák pörgetés (BHs) változóban (saját szerkesztés). A boxplotok mutatják a mediánt, a felső és alsó kvartiliseket, és a minimum és maximum értékeket. A defenzív- és offenzív stratégiai kondíciók közötti szignifikáns különbséget csillag (*) jelöli. Megjegyzés: rpm = revolutions per minute (fordulat/perc).

6. táblázat. Az offenzív és defenzív játéktaktikai kondíciók eredményei a futási- és ütési aktivitások, és a belső edzésterhelés viszonylatában (saját szerkesztés).

Változók	Offenzív		Defenzív		<i>p</i>	<i>r</i>
	Átlag	Szórás (\pm SD)	Átlag	Szórás (\pm SD)		
Futási aktivitások						
PL (AU)	70,0	14,0	103,8	7,9	0,031*	0,90
CoDLR (n)	27,7	3,8	45,7	4,1	0,031*	0,90
CoDLL (n)	43,7	8,5	58,9	9,0	0,090	0,73
CoDHR (n)	1,3	0,8	4,1	4,9	0,140	0,64
CoDHL (n)	6,7	2,0	5,3	1,0	0,279	0,50
Ütési aktivitások						
FHv ($\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$)	100,2	2,2	99,8	3,0	0,855	0,15
BHv ($\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$)	98,0	4,9	93,5	3,9	0,313	0,47
FHs (rpm)	1383,0	138,7	1665,5	105,5	0,031*	0,90
BHs (rpm)	1256,5	112,7	1550,0	140,1	0,031*	0,90
Belső edzésterhelés						
RPE (AU)	5,3	0,8	6,7	1,4	0,102	0,67

Megjegyzés: PL = PlayerLoad™; CoDLR = alacsony-intenzitású ($< 2,5 \text{ m/s}^2$) jobbra történő irányváltás; CoDLL = alacsony-intenzitású ($< 2,5 \text{ m/s}^2$) balra történő irányváltás; CoDHR = magas-intenzitású ($\geq 2,5 \text{ m/s}^2$) jobbra történő irányváltás; CoDHL = magas-intenzitású ($\geq 2,5 \text{ m/s}^2$) balra történő irányváltás; FHv = tenyeres ütési sebesség; BHv = fonák ütési sebesség; FHs = tenyeres pörgetés; BHs = fonák pörgetés; RPE = átélt erőfeszítés nagysága.

5.2. A támadó alapvonal és a védekező alapvonal játéktílusok, és a mérkőzések győztesének és vesztesének összehasonlító vizsgálata

5.2.1. Játéktílusok

A 7. táblázat mutatja az általános aktivitási profil adatokat kontextustól függetlenül az összes mérkőzésre vonatkozóan. A labdamenetenkénti ütések számát

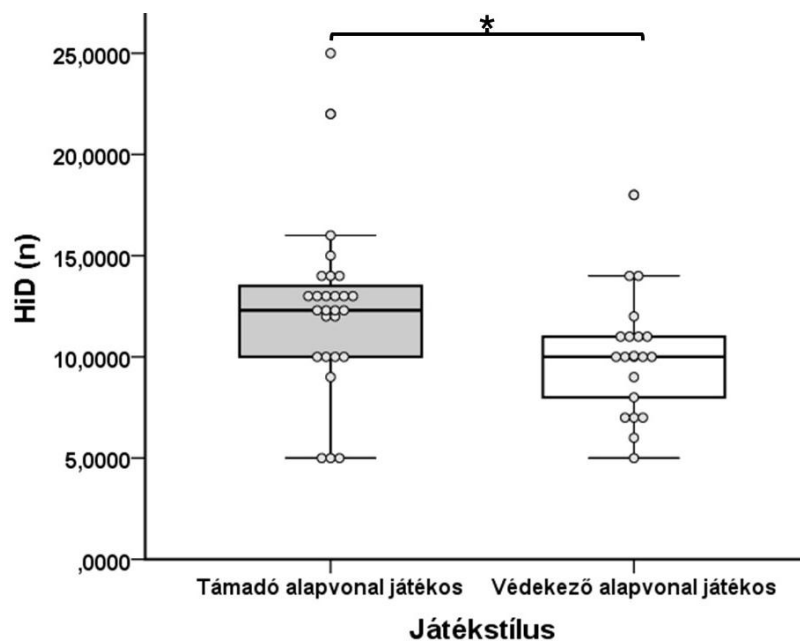
vizsgálva a 0-4 ütések menetek fordultak elő a legnagyobb arányban ($67,84 \pm 5,73$), majd ezt követte az 5-8 ütések menetek ($22,83 \pm 6,08$), végül pedig a 9+ ütések labdamenetek ($8,63 \pm 4,49$). Az egyes labdamenetek átlagosan $7,15 \pm 1,04$ másodpercig tartottak, átlagosan $23,84 \pm 2,15$ másodperces pihenőidővel, amely azt jelentette, hogy az effektív játékidő $20,61 \pm 3,23\%$ -ra jött ki a szimulált mérkőzéseken.

7. táblázat. A szimulált mérkőzések aktivitási profil adatai (saját szerkesztés).

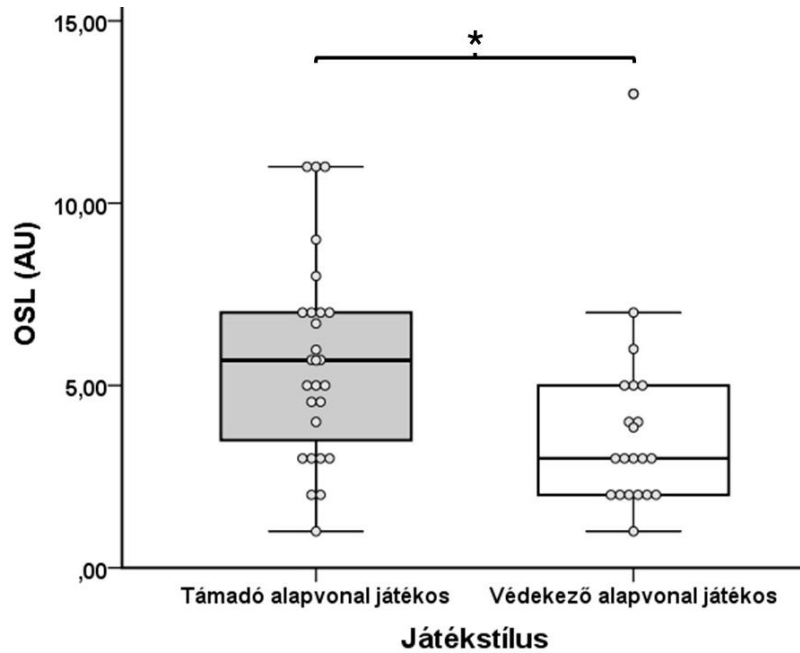
Változók	Átlag	Szórás (\pm SD)	Tartomány
NR (n)	47,29	5,39	40-55
SPR (n)	4,54	2,64	1-12
0-4 ütések labdamenetek száma (n)	33,75	4,05	23-39
5-8 ütések labdamenetek száma (n)	11,50	3,39	5-19
9+ ütések labdamenetek száma (n)	4,67	2,06	1-8
0-4 ütések labdamenetek aránya (%)	67,84	5,73	52-80
5-8 ütések labdamenetek aránya (%)	22,83	6,08	13-43
9+ ütések labdamenetek aránya (%)	8,63	4,49	1-19
DR (s)	7,15	1,04	6-9
RT (s)	23,84	2,15	21-29
EPT (%)	20,61	3,23	14-25

Megjegyzés: NR = labdamenetek száma; SPR = ütések száma labdamenetenként; DR = labdamenetek időtartama; RT = pihenőidő a labdamenetek között; EPT = effektív játékidő.

A futási aktivitások tekintetében a támadó alapvonal játékosok statisztikailag szignifikánsan több magas-intenzitású ($\leq -2 \text{ m/s}^2$) lassulást ($U = 268$; $Z = -2,435$; $p = 0,015$; $r = 0,35$; közepes ES) (12. ábra) és egyéb ütési terhelést ($U = 158$; $Z = -2,628$; $p = 0,009$; $r = 0,38$; közepes ES) (13. ábra) hajtottak végre közepes hatásnagysággal, mint a védekező társaik. Nem mutatkozott szignifikáns különbség a két stílus mérkőzései között egyéb, magas-intenzitású mikromozgások paraméterei esetében, mint például a magas-intenzitású ($\geq 2 \text{ m/s}^2$) gyorsulások ($U = 268$; $Z = -0,322$; $p = 0,747$; $r = 0,05$; nagyon kicsi ES) és a magas-intenzitású ($\geq 2 \text{ m/s}^2$) irányváltások ($U = 263$; $Z = -0,426$; $p = 0,670$; $r = 0,06$; nagyon kicsi ES) előfordulása között.



12. ábra. A támadó- és védekező alapvonal játéktílusok közötti különbség a magas-intenzitású ($\leq -2 \text{ m/s}^2$) lassulás (HiD) változóban (saját szerkesztés). A boxplotok mutatják a mediánt, a felső és alsó kvartiliseket, és a minimum és maximum értékeket. A defenzív- és offenzív stratégiai kondíciók közötti szignifikáns különbséget csillag (*) jelöli. Megjegyzés: n = number (darabszám).



13. ábra. A támadó- és védekező alapvonal játéktílusok közötti különbség az egyéb ütési terhelés (OSL) változóban (saját szerkesztés). A boxplotok mutatják a mediánt, a felső és alsó kvartiliseket, és a minimum és maximum értékeket. A defenzív- és offenzív stratégiai kondíciók közötti szignifikáns különbséget csillag (*) jelöli.

Megjegyzés: AU = arbitrary unit (mértékegység nélküli szám).

Az IMU szenzor által mért tenisz-specifikus mozgásalapú PlayerLoad™ értékben ($U = 254$; $Z = -0,624$; $p = 0,533$; $r = 0,09$; nagyon kicsi ES) sem volt tapasztalható statisztikailag szignifikáns különbség a két stílus között. Az ezt a PlayerLoad™ paramétert kiadó alacsony-intenzitású terhelés ($U = 266$; $Z = -0,366$; $p = 0,714$; $r = 0,05$; nagyon kicsi ES), figyelmeztetési terhelés ($U = 201$; $Z = -1,731$; $p = 0,084$; $r = 0,25$; kicsi ES), dinamikus terhelés ($U = 266$; $Z = -0,364$; $p = 0,716$; $r = 0,09$; nagyon kicsi ES) és futó terhelés ($U = 247$; $Z = -0,770$; $p = 0,442$; $r = 0,11$; kicsi ES) változóknak szintén nem mutatkozott szignifikáns különbség a támadó és védekező stílusok között.

Mindezekhez hasonlóan az ütésalapú PlayerLoad™ értékben ($U = 252$; $Z = -0,665$; $p = 0,506$; $r = 0,10$; kicsi ES) szintén nem volt szignifikáns eltérés a két kondíció tekintetében. Ezen PlayerLoad™ változót kiadó tenyeres ütés terhelés ($U = 219$; $Z = -1,354$; $p = 0,176$; $r = 0,20$; kicsi ES), fonák ütés terhelés ($U = 221$; $Z = -1,300$; $p = 0,194$; $r = 0,19$; kicsi ES), és adogatás terhelés ($U = 194$; $Z = -1,862$; $p = 0,063$; $r = 0,27$; kicsi

ES) mutatókban sem volt differencia. Nem utolsósorban pedig a mozgásalapú- és az ütéalapú PlayerLoad™ csoportosított változók összegében, tehát az összes tenisz-specifikus terhelésben ($U = 280$; $Z = -0,083$; $p = 0,934$; $r = 0,01$; nagyon kicsi ES) sem volt jelentős eltérés.

A belső edzésterhelésnél az RPE paraméter esetében nem volt kimutatható statisztikailag szignifikáns különbség a támadó és védekező stílusok szerint játszó teniszezők között ($U = 277$; $Z = -0,137$; $p = 0,891$; $r = 0,02$; nagyon kicsi ES). A 8. táblázatban láthatóak az előbbieken bemutatott futási aktivitások és RPE paraméter eredményei a két fajta játéktílusra vonatkozóan.

8. táblázat. A futási aktivitások és a belső edzésterhelés változók eredményei a két játéktípus viszonylatában (saját szerkesztés).

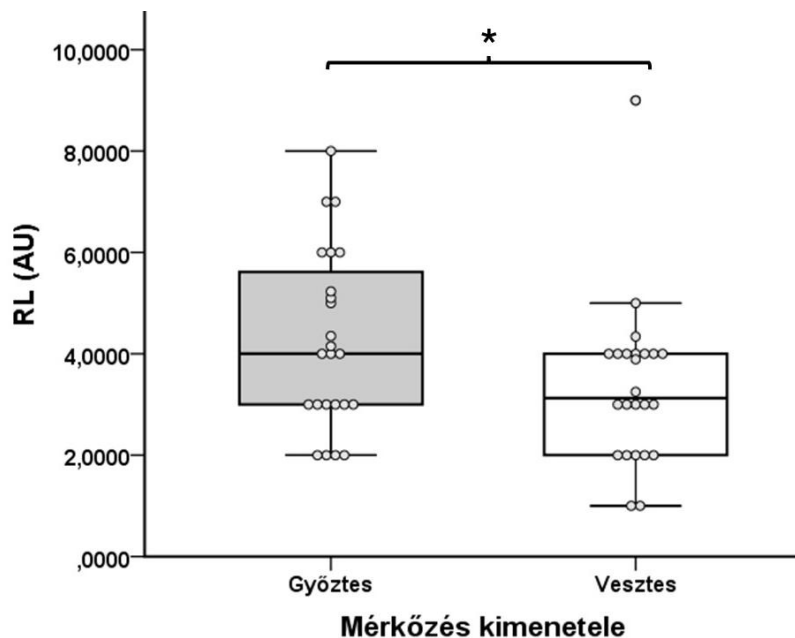
Változók	Támadó alapvonal játéktípus		Védekező alapvonal játéktípus		<i>p</i>	<i>r</i>
	Átlag ± SD	CV (%)	Átlag ± SD	CV (%)		
Futási aktivitások						
HiA (n)	55,90 ± 13,34	23,9	58,10 ± 19,01	32,7	0,747	0,05
HiD (n)	12,42 ± 4,30	34,6	10,05 ± 2,97	29,6	0,015*	0,35
HiCoD (n)	66,70 ± 19,43	29,1	64,35 ± 19,60	30,5	0,670	0,06
TTL (AU)	150,42 ± 38,40	25,5	150,10 ± 33,90	22,6	0,934	0,01
LiL (AU)	14,72 ± 2,79	19,0	14,85 ± 2,10	14,1	0,714	0,05
AL (AU)	20,90 ± 3,06	14,6	19,50 ± 4,23	21,7	0,084	0,25
DL (AU)	51,22 ± 19,71	38,5	48,15 ± 18,86	39,2	0,716	0,09
RL (AU)	4,00 ± 1,73	43,3	3,70 ± 2,00	54,1	0,442	0,11
mPL (AU)	89,21 ± 22,60	25,3	86,15 ± 20,66	24,0	0,533	0,09
FHSL (AU)	16,89 ± 4,52	26,8	19,15 ± 6,44	33,6	0,176	0,20
BHSL (AU)	17,79 ± 8,65	48,6	14,65 ± 8,34	57,0	0,194	0,19
SL (AU)	20,72 ± 8,09	39,0	26,05 ± 10,21	39,2	0,063	0,27
OSL (AU)	5,66 ± 2,73	48,2	3,85 ± 2,59	67,3	0,009*	0,38
sPL (AU)	60,73 ± 16,25	26,8	63,90 ± 15,46	24,2	0,506	0,10
Belső edzésterhelés						
RPE (AU)	5,30 ± 1,79	33,8	5,24 ± 1,48	28,2	0,891	0,02

Megjegyzés: HiA = magas-intenzitású ($\geq 2 \text{ m/s}^2$) gyorsulások száma; HiD = magas-intenzitású ($\leq -2 \text{ m/s}^2$) lassulások száma; HiCoD = magas-intenzitású ($\geq 2 \text{ m/s}^2$) irányváltások száma; TTL = összes tenisz-specifikus terhelés; LiL = alacsony-intenzitású terhelés; AL = figyelmeztetési terhelés; DL = dinamikus terhelés; RL = futó

terhelés; mPL = mozgásalapú PlayerLoad™; FHSL = tenyeres ütés terhelés; BHSL = fonák ütés terhelés; SL = adogatás terhelés; OSL = egyéb ütés terhelés; sPL = ütésalapú PlayerLoad™; RPE = átélt erőfeszítés nagysága. A támadó- és védekező alapvonal játéktílusok közötti szignifikáns különbséget csillag (*) jelöli.

5.2.2. Mérkőzések kimenetele

A mérkőzés kimenetele szempontjából a futási aktivitások közül csak a futás terhelés változóban ($T = 29,0$; $Z = -2,471$; $p = 0,013$; $r = 0,50$; közepes ES) volt tapasztalható statisztikailag szignifikáns különbség közepes hatásmagysággal a mérkőzések győztese javára (14. ábra). Az IMA alapú magas-intenzitású mikromozgásoknál a magas-intenzitású ($\geq 2 \text{ m/s}^2$) gyorsulások ($T = 85,5$; $Z = -1,597$; $p = 0,110$; $r = 0,33$; közepes ES), a magas-intenzitású ($\leq -2 \text{ m/s}^2$) lassulások ($T = 76,0$; $Z = -1,084$; $p = 0,278$; $r = 0,22$; kicsi ES), és a magas-intenzitású ($\geq 2 \text{ m/s}^2$) irányváltások ($T = 130,0$; $Z = -0,243$; $p = 0,808$; $r = 0,05$; nagyon kicsi ES) számában nem volt jelentős különbség a győztes és a vesztes játékosok között.

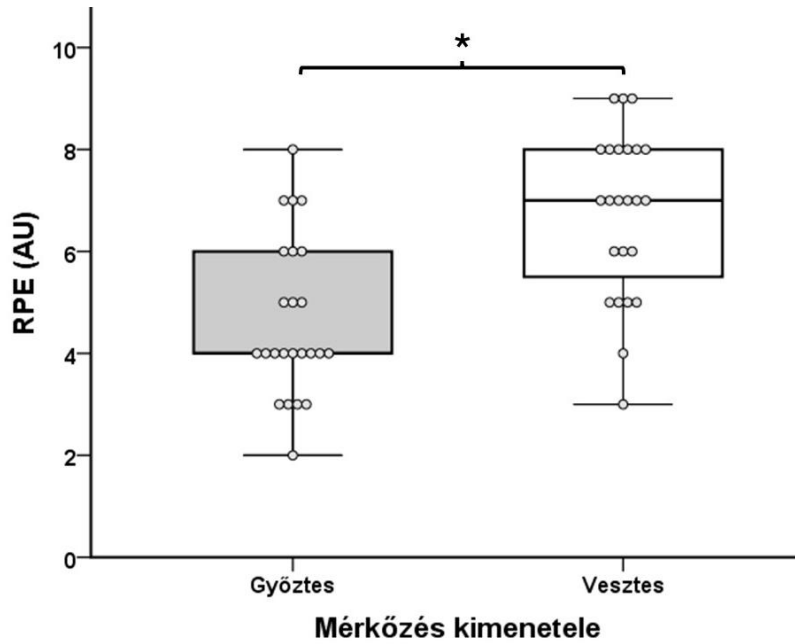


14. ábra. A mérkőzés győztese és vesztese közötti különbség a futó terhelés (RL) változóban (saját szerkesztés). A boxplotok mutatják a mediánt, a felső és alsó kvartiliseket, és a minimum és maximum értékeket. A defenzív- és offenzív stratégiai

kondíciók közötti szignifikáns különbséget csillag (*) jelöli. Megjegyzés: AU = arbitrary unit (mértékegység nélküli szám).

Hasonlóképpen a játéktílusok összehasonlításához, a tenisz-specifikus mozgásalapú PlayerLoad™ értékeknél (T = 110,5; Z = -0,174; p = 0,862; r = 0,04; nagyon kicsi ES) itt sem volt tapasztalható statisztikailag szignifikáns különbség a mérkőzések kimenetelében. Ezen PlayerLoad™ paramétert kiadó alacsony-intenzitású terhelés (T = 124,5; Z = -0,411; p = 0,681; r = 0,08; nagyon kicsi ES), figyelmeztetési terhelés (T = 101,5; Z = -1,112; p = 0,266; r = 0,23; kicsi ES), és dinamikus terhelés (T = 135,5; Z = -0,076; p = 0,939; r = 0,02; nagyon kicsi ES) paraméterek esetében sem volt jelentős különbség. Az összegzett ütéalapú PlayerLoad™ eredményében (T = 135,5; Z = -0,076; p = 0,939; r = 0,02; nagyon kicsi ES) a mozgásalapúhoz hasonlóan szintén nem jött létre szignifikáns eltérés a két kontextus között. Az ezt felépítő tenyeres ütés terhelés (T = 106,5; Z = -0,650; p = 0,516; r = 0,13; kicsi ES), fonák ütés terhelés (T = 137,0; Z = -0,030; p = 0,976; r = 0,00; nagyon kicsi ES), adogatás terhelés (T = 135,0; Z = -0,091; p = 0,927; r = 0,02; nagyon kicsi ES), és egyéb ütés terhelés (T = 71,0; Z = -1,274; p = 0,203; r = 0,26; kicsi ES) mutatóknál sem volt jelentős differencia. Legvégül pedig a mindezeket összesítő összes tenisz-specifikus terhelés paraméter (T = 126,0; Z = -0,365; p = 0,715; r = 0,07; nagyon kicsi ES) esetében szintén nem jött létre szignifikáns különbség a mérkőzések győztesei és vesztesei között.

Az eddigi eredményekkel ellentétben a belső edzésterhelés esetében az RPE paraméternél statisztikailag szignifikáns különbség mutatkozott nagy hatásmérettel a győztes és vesztes mérkőzések között (T = 3,5; Z = -3,815; p = 0,000; r = 0,79; nagy ES) a vesztes mérkőzés kondíciók javára (15. ábra). A 9. táblázatban láthatóak az előbbieken bemutatott futási aktivitások és RPE paraméter eredményei a mérkőzések kimenetele szemszögéből vizsgálva.



15. ábra. A mérkőzés győztese és vesztese közötti különbség az átélt erőfeszítés nagysága (RPE) változóban (saját szerkesztés). A boxplotok mutatják a mediánt, a felső és alsó kvartiliseket, és a minimum és maximum értékeket. A defenzív- és offenzív stratégiai kondíciók közötti szignifikáns különbséget csillag (*) jelöli. Megjegyzés: AU = arbitrary unit (mértékegység nélküli szám).

9. táblázat. A futási aktivitások és a belső edzésterhelés változók eredményei a mérkőzések kimenetele viszonylatában (saját szerkesztés).

Változók	Győztes mérkőzések		Vesztes mérkőzések		<i>p</i>	<i>r</i>
	Átlag ± SD	CV (%)	Átlag ± SD	CV (%)		
Futási aktivitások						
HiA (n)	59,60 ± 12,71	21,3	53,28 ± 17,68	33,3	0,110	0,33
HiD (n)	10,48 ± 3,12	29,8	12,01 ± 4,50	37,5	0,278	0,22
HiCoD (n)	64,98 ± 20,72	31,9	65,50 ± 17,84	27,2	0,808	0,05
TTL (AU)	150,19 ± 33,51	22,3	149,84 ± 39,12	26,1	0,715	0,07
LiL (AU)	14,74 ± 2,15	14,6	14,65 ± 2,52	17,2	0,681	0,08
AL (AU)	19,55 ± 3,51	18,0	20,88 ± 3,74	17,9	0,266	0,23
DL (AU)	49,46 ± 18,57	37,5	49,27 ± 19,91	40,4	0,939	0,02
RL (AU)	4,24 ± 1,75	41,3	3,35 ± 1,61	48,1	0,013*	0,50
mPL (AU)	87,86 ± 19,61	22,3	87,73 ± 23,83	27,2	0,862	0,04
FHSL (AU)	18,33 ± 4,33	23,6	17,54 ± 6,52	37,2	0,516	0,13
BHSL (AU)	16,02 ± 8,48	52,9	16,45 ± 8,75	53,2	0,976	0,00
SL (AU)	23,93 ± 10,21	42,7	23,03 ± 8,45	36,7	0,927	0,02
OSL (AU)	4,38 ± 2,44	55,7	5,37 ± 3,10	57,7	0,203	0,26
sPL (AU)	62,53 ± 15,56	24,9	62,26 ± 16,36	26,3	0,939	0,02
Belső edzésterhelés						
RPE (AU)	4,67 ± 1,55	33,2	6,75 ± 1,62	24,0	0,000*	0,79

Megjegyzés: HiA = magas-intenzitású ($\geq 2 \text{ m/s}^2$) gyorsulások száma; HiD = magas-intenzitású ($\leq -2 \text{ m/s}^2$) lassulások száma; HiCoD = magas-intenzitású ($\geq 2 \text{ m/s}^2$) irányváltások száma; TTL = összes tenisz-specifikus terhelés; LiL = alacsony-intenzitású terhelés; AL = figyelmeztetési terhelés; DL = dinamikus terhelés; RL = futó terhelés; mPL = mozgásalapú PlayerLoad™; FHSL = tenyeres ütés terhelés; BHSL = fonák ütés terhelés; SL = adogatás terhelés; OSL = egyéb ütés terhelés; sPL = ütésalapú PlayerLoad™; RPE = átélt erőfeszítés nagysága. A győztes és vesztes mérkőzések közötti szignifikáns különbséget csillag (*) jelöli.

6. MEGBESZÉLÉS

A kutatásunk célkitűzése az volt, hogy megállapítsuk „zárt” körülmények között milyen különbségek mutatkoznak a támadó (offenzív) és a védekező (defenzív) játékstratégiai szituációk tekintetében a teniszben külső- és belső edzésterhelési mutatók között olyan korosztályos elit férfi teniszezőknél, akik már átmenetben vannak a junior és a felnőtt, profi karrier között. Továbbá, „nyílt” kontextusban is szeretnénk volna megvizsgálni, hogy a támadó alapvonal és a védekező alapvonal játéktílusok között milyen differenciák mutatkoznak a külső- és belső edzésterhelési paraméterekben, valamint melyek a fő különbségek a győztes- és vesztes mérkőzések terhelési profiljai közt. Ezekhez a mérkőzésekhez kapcsolódóan pedig kíváncsiak voltunk, hogy az elit korosztályos edzőmérkőzéseknek milyen minőségűek az aktivitási profiljai. Korábban már viszonylag sok olyan tenisz mérkőzésről vagy edzésről készült kutatás született, melyben egyszerű, redukcionista módszerrel vizsgálták a technikai-taktikai cselekvéseket, futási aktivitásokat és belső edzésterhelési mutatókat (Fernandez-Fernandez és mtsai., 2007, 2008, 2009a,b; Mendez-Villanueva és mtsai., 2007; Torres-Luque és mtsai., 2011; Kilit és mtsai., 2016; Kilit és Arslan, 2017). Ezen jellegű tanulmányok elengedhetetlenek továbbra is abból a szempontból, hogy a tenisz általános terhelési profilját jellemezze (Kovacs, 2007). Mindezen adatok segítségével az edzők könnyebben tudják szervezni az edzéseket és adagolni a terhelést a játékosaik számára, amely nagy segítséget nyújthat a sikeres versenyteljesítmény elérésében. Azonban a mai sporttudományban az alkalmazott terhelési paraméterek (külső és belső) már nem csupán redukcionista módszerrel történik, hanem egy integrált megközelítés részeként, amely ötvözi a technikai és taktikai tényezőket is (Bradley és Ade, 2018) (2. ábra).

A világ legnépszerűbb labdajátékában, a labdarúgásban például ez azzal írható le, hogy összehasonlító elemzéseket végeznek az egyes posztok, a mérkőzés legintenzívebb periódusai, valamint az általános- és speciális taktikai szerepek között a különböző terhelési változók szemszögéből (Ju, 2022). Ezen típusú integrált megközelítéseket az utóbbi évtizedben már a teniszben is el kezdték kutatni a sportág saját rendszere szerint. Ugyanakkor az ilyen jellegű, integrált monitorozási szemlélet szerint történő mérkőzés elemzések még koránt sem fejlődtek ki eléggé a tenisz sportágban, illetve az ilyen típusú mérésekből még nem lehet általános következtetéseket levonni, hiszen nem áll

rendelkezésre elegendő adat. Továbbá a legtöbb ilyen fajtájú vizsgálatban nem feltétlenül magas szinten játszó versenyzők szerepeltek. Nem utolsósorban pedig az utóbbi pár évben jöttek ki a különböző gyártók által olyan fajtájú, a futási- és ütési aktivitások felmérésére alkalmas szenzorok, melyeket a tenispályán specifikus módon is lehet használni.

Mindezek hatására a vizsgálatainkban azt feltételeztük összefoglalva először is, hogy a „zárt” kontextusban az eltérő stratégiák, eltérő hatást váltanak ki a játékosok külső- és belső edzésterhelési paramétereiben. Másodszor pedig, hogy „nyílt” körülmények között az eltérő játéktílusok szerint játszó játékosok, szintén eltérő eredményeket produkálnak a futási aktivitásokban és a szubjektív belső edzésterhelésben. Továbbá, a mérkőzések győztese és vesztese között nem csak technikai-taktikai különbségek vannak, hanem futással kapcsolatosak is, illetve a belső terhelésben is.

6.1. A támadó (offenzív) és védekező (defenzív) játékstratégiák összehasonlítása

A négy fajta játéktílusnál általában két fajta stratégia dominál az egyes mérkőzéseken – természetesen belekalkulálva az ellenfelet is -, a támadó (offenzív) és védekező (defenzív) stratégia. Egy mérkőzésen belül is az alap stratégiai elvek változhatnak, mert folyamatosan reagálni kell az ellenfél taktikai megnyilvánulásaira (Hoppe és mtsai., 2020). Azonban egy teniszezőnek mindig igyekeznie kell a mérkőzés elejétől kezdve a saját taktikai elképzeléseit úgymond ráerőltetni az ellenfelére, hogy ha sikeres akar lenni. Mivel tudjuk az integrált monitorozási módszer segítségével, hogy ezek az eltérő stratégiai és taktikai alapelvek más és más terhelési profilokat hozhatnak létre a játékosoknál, amelyre aztán az edzőmunkában is reagálni kell (Tóth és mtsai., 2025b). Jelenlegi tudásunk szerint kevés olyan kutatás született egyelőre, melyben ezeket a szempontokat vizsgálták. Éppen ebből kiindulva a doktori kutatásom első vizsgálatában arra voltunk kíváncsiak, hogy ezek a mérkőzésen leggyakrabban előforduló stratégiai kondíciók milyen terhelési válaszokat váltanak ki az utánpótláskorú férfi teniszezőkből.

Ebben az első vizsgálatban felállított első kettő hipotézisünket, mely szerint a defenzív stratégiai kondícióban játszó teniszezők több gyorsulást hajtanak végre mind a három mozgássíkban, valamint több irányváltást is hajtanak végre mind a két irányba, arra az edzői tapasztalatunkra alapoztuk, hogy a védekező stratégia elsődleges taktikai alapelve az, hogy hibára kényszerítse az ellenfelet, minél kevesebb ki nem kényszerített

hiba elkövetésével ezáltal a biztonság és a kitartás elvét betartja (Halmos, 1983). Amely viszont azzal jár, hogy a defenzív játékosnak többet kell futnia a labdákért, mert őt fogják elsősorban többet mozgatni. Az ezzel kapcsolatos eredményeink azt mutatták, hogy amikor a résztvevő játékosok védekező stratégia alapján játszottak, akkor a PlayerLoad™ értékeik is szignifikánsan magasabbak voltak, mint a támadó kontextusban (8. ábra). A PlayerLoad™ tulajdonképpen a sportolót ért neuromuszkuláris terhelést jelöli úgy, hogy összegzi a három mozgássíkban mért gyorsulásokat (Cormack és mtsai., 2013). Azért választottuk ezt a fajta futási külső terhelési paramétert, mert mivel a teniszben is, mint a legtöbb labdajátékban (Pozsonyi és Schandl, 2019), a háromdimenziós gyorsulási képességnek nagy jelentősége van. Egyértelműen azt az eredményt kaptuk, amit vártunk előzetesen, hogy a védekező szituációban többet gyorsultak a teniszezők lineárisan, laterálisan, és vertikálisan is. Ez elsősorban annak köszönhető, hogy ebben a kontextusban azt a taktikai utasítást kapták a játékosok, hogy próbálják megnyerni a labdameneteket a ki nem kényszerített hibák minimalizálásával, amely azt vonzza maga után, hogy ők a hosszabb labdamenetek kialakítását célozták meg, és elsősorban csak arra törekedtek, hogy minél több labdát visszaadjanak a biztonsági zónába. Itt elsősorban a hátsó (piros) pályazónából történnek az ütések főleg defenzív vagy neutrális ütésekkel (Tiley, 2002). Valamint a három fő játékfázis közül elsősorban a semleges és védekező fázisban töltenek több időt ilyenkor a játékosok, amely több mozgással is jár (ITF, 1991).

A PlayerLoad™ mutatón kívül egy másik futási aktivitási paraméterben, a jobb oldalra történő alacsony-intenzitású ($< 2,5 \text{ m/s}^2$) irányváltásoknál is, akkor amikor a résztvevő játékosoknak védekező módon kellett játszani, szignifikánsan magasabb értékeket produkáltak (9. ábra). Úgy gondoljuk, hogy azért ebbe az irányba történhetett több irányváltás, mert mivel ebben a stratégiai kondícióban általában hosszabbak a labdamenetek, így több ütésre is sor kerül és azokból az ütések közül a mai teniszben inkább a tenyerest alkalmazzák többet a játékosok. Egyébként a kapott eredmények azt mutatják, hogy a jobbra történő magas-intenzitású ($\geq 2,5 \text{ m/s}^2$) irányváltások is többet fordultak elő a védekező szituációban nagy hatásnagysággal, csak ez nem volt szignifikáns, míg a bal oldalra történő magas-intenzitású ($\geq 2,5 \text{ m/s}^2$) irányváltások pedig az offenzív stratégiai szituációkban fordultak elő többször szintén nagy effektusmérettel. Ez pedig azzal magyarázható, hogy amikor a játékosok többet vannak a támadó játékfázisban, akkor igyekeznek a pályán belülre lépni és az ellenfél fonák oldalára helyezni az ütéseiket

(ITF, 1991). Összeségében látható a futási aktivitások elemzésekor, hogy terjedelemben a bal oldalra történő magas-intenzitású ($\geq 2,5 \text{ m/s}^2$) irányváltásokat leszámítva, az offenzív kontextusban a játékosok kisebb értékeket értek el. Ezt egyértelműen azzal lehet magyarázni, hogy ez a stratégia magasabb terhelés/pihenési aránnyal jellemezhető, így kevesebb effektív idő áll rendelkezésre a mikromozgások végrehajtására (Hoppe és mtsai., 2019, 2020).

A különböző stratégiák alkalmazása során mindig a technikai-taktikai elemekre gyakorolt hatás jelentkezik először, ezt követik a futómozgásokkal kapcsolatos változások, majd legvégül az ezekből adódó belső edzésterhelésre gyakorolt hatások (Martínez-Gallego és mtsai., 2013; Murphy és mtsai., 2016). Ezt a megállapítást Hoppe és munkatársai (2020) kutatási eredményei is alátámasztják, akik kimutatták, hogy a védekező, támadó és a vegyes játékstratégiai kontextusok nagy hatást gyakorolnak a külső edzésterhelésre (magas-intenzitású gyorsulásokkal és lassulásokkal megtett távolság), közepes hatást a belső edzésterhelésre (magas metabolikus teljesítménnyel járó energiafelhasználás, laktátszint és az átélt erőfeszítés nagysága), valamint nagyon nagy hatással vannak ezek a szituációk az olyan technikai-taktikai akciókra, mint az ütésszám és a hibák száma. Továbbá ezen kívül szintén nagyon nagy hatással voltak az idődimenzió paraméterekre is (labdamenetek időtartama, terhelés/pihenés aránya, effektív játékidő). Cayetano és kollégái (2022) vizsgálatában, amely a különböző teniszedzések hatását elemezte a külső- és belső terhelésre, a fő különbségek először az ütésekhez kapcsolódó aktivitásokban jelentkeztek, mint például az ütések száma vagy az ütések átlagos sebessége. Ezért a körülmények valamilyen módú variálása először a technikára és taktikára lesz hatással (Dobos, 2023).

Jelen vizsgálatunk eredményei ezen tényeket alá tudja támasztani, hiszen az ütések pörgetése, a tenyeres és a fonák oldalon egyaránt szignifikáns eltérést mutatott az offenzív és a defenzív stratégiai kontextusok között (10. és 11. ábra). Ez konkrétan azt jelentette, hogy amikor a vizsgálati személyeknek védekező szituációban kellett játszaniuk egymással, akkor a labdákat nagyobb pörgetéssel játszották meg. Tehát ez a fajta technikai változtatás elsősorban megint csak a taktikából ered, mivel a védekező és semleges játékfázisokban a versenyzők a labdát igyekeznek mélyebben ütni az adogatóvonal mögé, vagyis közelebb az alapvonalhoz. Ennek érdekében pedig szükség van a jobban pörgő labdákra is, hiszen nagyobb ívben fog áthaladni a háló felett a labda

ilyenkor, mely a talajhoz közelítve a végén, erőteljesebben fog lefelé csapódni, illetve magasabban pattan fel. Crespo és Reid (2009) azért ajánlja ebben a játéksituációban ezeket a hosszabban pörgő ütéseket, mert rá lehet kényszeríteni az ellenfelet arra, hogy hátra felé mozogjon és/vagy magasan játssza meg a labdákat. Az ellenfelek nem lesznek képesek annyi szöget létrehozni, mint amikor rövid labdákat játszanak meg. Ezek által a jobban pörgő labdák által az ellenfelet rövid ütésre lehet kényszeríteni, azáltal nagyobb szög jön létre, amely által rögtön támadó játékfázisba át lehet lépni. Nem utolsósorban a szerzők szerint ilyenkor a játékosoknak több idejük lesz a pályapozícióik felvételére és a következő ütésre való felkészülésre. A támadó stratégia taktikai jellemzői teljesen ellentétesek a védekező stratégiai jellemzőkkel. Ebben a kontextusban a teniszezők többen vannak az offenzív fázisban, vagyis többször tud az ellenfele fölé kerekedni és előnyre tud szert tenni (ITF, 1991). Ebben a játékfázisban a játékosok többször tartózkodnak a pályán belül és szívesen futnak fel a hálózhoz és ott fejezik be a pontokat, emellett gyakran alkalmazzák a nagyobb szögű ütéseket és variálják azokat. A szakértők szerint (Hoppe és mtsai., 2019, 2020; Roetert és Kovacs, 2019) a támadó játékosok gyorsabb ütéseket alkalmaznak a pontok gyorsabb befejezése érdekében, ám ezt eredményeink nem támasztják alá, mivel az átlagos ütési sebesség tekintetében nem volt szignifikáns különbség a két stratégiai kondíció között. Ezen eredményeink, melyek ellentmondanak a korábbi kutatásoknak az ütési sebesség tekintetében, azzal magyarázhatóak, hogy azok a kutatások nem elit teniszezőket vizsgáltak, illetve női teniszezők voltak a fókuszban (Hoppe és mtsai., 2019, 2020). Ezen a szinten és a női nemnél pedig az átlagos ütési sebesség nagyobb mértékben befolyásolhatja a stratégiát és a mérkőzések kimenetelét, mint az alacsonyabb szintű vagy férfi játékosok esetében (Bernardi és mtsai., 1998).

Majd legvégzetül a kutatásunk fókuszában a belső edzésterhelés vizsgálata állt, melyet az átélt erőfeszítés nagyságának (RPE) a mérésével végeztünk el. Az RPE módszer az egyik legelterjedtebb metódus a sportolók pszichomotoros megterheltségének a vizsgálatára (Borg, 1970). Jól integrálja a fiziológiás, a mechanikai, és az idegrendszeri fáradtságot is (Buchheit és Laursen, 2013). Mindezek mellett egy nagyon költséghatékony és könnyen hozzáférhető módszerről van szó (Dishman és mtsai., 1987). A tenisz mérkőzéseken az átlagos RPE értékek, CR-10 skálán 5-től 8-ig terjednek (Gomes és mtsai., 2011), amelyet a kapott eredményeink is alátámasztanak mivel az offenzív situációban $5,3 \pm 0,8$ értéket, a defenzívben pedig $6,7 \pm 1,4$ értéket vett fel. Az eddigi

kutatások szerint a különböző kontextusok legutoljára a belső edzésterhelésre lesznek hatással (Hoppe és mtsai., 2019; Ju, 2022), azonban a mi esetünkben semmilyen szignifikáns különbség nem mutatkozott a két stratégiai kontextus között az RPE tekintetében, amelyet Hoppe és munkatársai (2020) kutatása is alátámaszt. Ugyanakkor a volt különbség, nagy hatásnagysággal a védekező stratégia javára, amely azt jelentheti, hogy a védekező mérkőzéseken a játékosok jobban elfáradtak még, ha csak 10 percig is tartott egy szimulált meccs. Ezt támasztja alá Bernardi és kollégái (1998) vizsgálata is, amely kimutatta, hogy az effektív játékidő (38,5%) a legnagyobb a defenzív stílus stratégia alkalmazásakor, amely összefüggésben lehet a belső terhelés változásával.

A fent leírtakat összefoglalhatjuk úgy, hogy egy adott stratégia alkalmazása (védekező vagy támadó) a mérkőzésen elit, férfi korosztályos teniszezőknél első sorban az olyan technikai elemekre lesz hatással, mint az ütés pörgetése annak érdekében, hogy jobban hátra tudja szorítani az ellenfelet. Valamint a futási aktivitások közül első sorban a három mozgássíkban történő gyorsulások terjedelmére lesz, mint külső edzésterhelési faktor, a legnagyobb hatással a mérkőzéseken, mely elsősorban annak köszönhető, hogy hosszabbak az egyes labdamenetek és több ütést hajtanak végre a játékosok.

Az első vizsgálat hipotéziseinek vizsgálata:

H1: A defenzív játékstratégiai kondícióban lévő utánpótláskorú teniszezők magasabb PlayerLoad™ értékeket érnek el, vagyis több gyorsulást hajtanak végre mind a három mozgássíkba, mint az offenzív stratégiát alkalmazók.

A hipotézist bizonyítottnak tekintjük, mert a defenzív játékstratégiai kondícióban a játékosok PlayerLoad™ értékei jelentősen nagyobbak voltak, mint amikor az offenzív stratégiával teniszeztek.

H2: A defenzív játékstratégiai kondícióban lévő utánpótláskorú teniszezők több alacsony- és magas intenzitású irányváltást hajtanak végre a bal és a jobb oldalra egyaránt, mint az offenzív stratégiát alkalmazók.

A hipotézist részben igazoltnak tekintjük. A defenzív stratégiai kontextusban a játékosok több alacsony-intenzitású ($< 2,5 \text{ m/s}^2$) jobbra történő irányváltást hajtottak végre, mint az offenzív szituációban. Azonban a többi irányváltást jellemző külső edzésterhelési mutatóban nem jött létre különbség a két játékstratégiai kondíció között.

H3: A defenzív játékstratégiai kondícióban lévő utánpótláskorú teniszezők nagyobb ütési pörgetéssel ütik meg a tenyeres- és fonák ütések egyaránt, mint az offenzív szituációban. Azonban az ütések sebességében nincsen jelentős különbség a két kondíció között.

A hipotézist bizonyítottnak tekintjük, mert a defenzív játékstratégiai kondícióban a játékosok nagyobb pörgetéssel játszották meg a tenyeres- és a fonák ütések egyaránt, azonban ezen két ütés sebességi értékei nem különböztek a két stratégiai kontextusban.

H4: A defenzív játékstratégia szerint játszó utánpótláskorú teniszezők magasabb RPE értékeket érnek el, hiszen a mikromozgásaik terjedelme is jelentősen nagyobb, mint az offenzív játékosoknál.

A hipotézist el kell vetnünk, mert nem volt jelentős különbség a defenzív stratégiai szituációban mért RPE értékek, és az offenzív kontextus között.

6.2. A támadó alapvonal és a védekező alapvonal játékstílusok, és a mérkőzések győztesének és vesztesének összehasonlítása

Az előzőekben bemutatott első vizsgálatunkban elsősorban arra voltunk kíváncsiak, hogy „zárt” kontextusban – tehát, amikor meg van előre szabva a játékosoknak, hogy mely taktikai alapelvek szerint kell játszaniuk – milyen különbségek vannak a védekező és támadó stratégiai kondíció között a futási- és ütési aktivitások, illetve a szubjektív belső edzésterhelés szemszögéből. Ebben a második vizsgálatunkban viszont már „nyílt” körülmények között – tehát, amikor a résztvevő játékosok a saját

maguk által preferált stílus szerint játszhatnak – mértük fel a két legelterjedtebb játéktípus, a támadó- és védekező alapvonal stílus közti differenciákat a tenisz-specifikus futási aktivitások, és a szubjektív belső edzésterhelés tekintetében. Mindemellett egy másik fontos célkitűzése volt ennek a vizsgálatnak, hogy a megállapítsuk van-e különbség a mérkőzések győztesei és vesztesei között ezekben a terhelési paraméterekben és ha igen, akkor melyek azok. Nem utolsósorban pedig szeretnénk volna jellemezni, hogy milyen aktivitási profilok jellemzik ezeket a magyar, korosztályos, elit szintű, férfi szimulált mérkőzéseket. Mindezek megállapításához videókamerás rendszert- és Borg-féle skálát használtunk, valamint a legmodernebb, Catapult gyártó által kifejlesztett, kimondottan tenisz-specifikus külső edzésterhelési változókat.

6.2.1. Játéktípusok összehasonlítása és aktivitási profilok jellemzése

Többször említettük, hogy a mai teniszben a nemzetközi szakirodalmak alapján (Crespo és Miley, 1998; Roetert és Kovacs, 2019) négyféle játéktípus különböztethető meg. Ezek közül a leggyakoribb stílus a támadó alapvonal játékos, aki többnyire az alapvonalról támadó ütésekkel dominál és, ha úgy adódik, akkor igyekszik a középső (narancs) pályazónából befejezni a pontokat vagy támadásokat elindítani és a hálónál befejezni a pontot (Roetert és Kovacs, 2019). Ezzel teljesen ellentétes játéktípus a védekező alapvonal vagy ellentámadó játékos, akik legtöbb esetben csak akkor támadnak, ha nyomás alá kerülnek, és az ilyen helyzetekben olyan ütésekkel használnak amely meglepetésként éri az ellenfelet, és inkább kívánnak arra, hogy a másik kövessen el hibát (Roetert és Kovacs, 2019). Ebben a második vizsgálatunkban ezt a két fajta játéktípust hasonlítottuk össze a futási aktivitások és a szubjektív belső terhelés szempontjából.

Korábbi kutatások kimutatták, hogy a különböző játéktípusok az egyes labdamenetek hosszát és ezzel együtt a mérkőzések időtartamát is befolyásolják (Hoppe és mtsai., 2019, 2020; Bernardi és mtsai., 1998). Az adatok szerint a labdamenetek átlagos időtartama támadó stílusú teniszezőknél 4,8 másodperc volt, míg védekező, főként az alapvonalról játszóknál átlagosan 15,7 másodperc (Bernardi és mtsai., 1998). Míg a tényleges, effektív játékidő, amely a megszakítások nélküli játékot jelzi, támadóknál 21%, védekezőknél 38,5% volt (Bernardi és mtsai., 1998). Jelen vizsgálatunk nem különítette el a stílusonkénti aktivitási profilokat, hanem redukcionista módszerrel, az összes mérkőzés ütési- és idő-dimenzióira kíváncsiak voltunk kontextustól függetlenül.

Az eredményeink azt mutatták, hogy a labdamenetek időtartama átlagosan $7,15 \pm 1,04$ másodperc volt (7. táblázat), amely összhangban áll a Kovacs (2007) által megállapított $8,00 \pm 2,58$ másodperces eredménnyel. Ugyanakkor ez az érték nagy mértékben változhat a pályaborítás függvényében, átlagosan 3 és 15 másodperc közötti értékre (Christmass és mtsai., 1998; König és mtsai., 2001; Kovacs, 2004). A szimulált mérkőzéseken az effektív játékidő $20,61 \pm 3,23\%$ volt, amelyet szintén alá tudják támasztani az eddigi ilyen jellegű tanulmányok, melyek szerint a tényleges játékidő a teljes mérkőzés 20-30%-át teszi ki (Bergeron és mtsai., 1991; König és mtsai., 2001). Dékány és kollégái (2025) kutatásából az is kiderül, hogy már a „Play and Stay” versenyrendszerben, a legkisebkek esetében is százalékosan hasonlóak az eredmények az idő-dimenziók tekintetében, és a korcsoportok növekedésével arányosan ez is változik. Eredményeink továbbá azt mutatták, hogy ezek a mérkőzések legnagyobb arányban ($67,84 \pm 5,73\%$) 0-4 ütéses labdameneteket tartalmaztak, ami rögtön magyarázatot is ad a labdamenetek időtartamának rövidegére. Ezt viszonylag több kutatás is jól alá tudja támasztani akár a felnőtt, akár a korosztályos játékosoknál egyaránt (Torres-Luque és mtsai., 2011; Klaus és mtsai., 2017; Rodríguez Campos és Martínez-Gallego, 2024; Prieto-Lage és mtsai., 2025). Ezzel kapcsolatban Fitzpatrick és munkatársai (2021) kutatása kimutatta, hogy azok a játékosok, akik dominálják ezen rövid labdameneteket, nagyobb arányban nyerik meg a mérkőzést. A junior játékosok sikeressége szempontjából azért is fontosak ezek az első ütések, mert már a pont elején ki tudják használni az erősségeiket és ezáltal lehet, hogy ritkán tud fény derülni olyan sokszor a technikai vagy kondicionális hiányosságaikra (Rodríguez Campos és Martínez-Gallego, 2024). Hizan és munkatársai (2015) kutatásában azonban látható, hogy a fiatal teniszezők az adogatások után egyelőre még ritkábban tudnak támadó játékfázisba kerülni, pedig már a második adogatások után is a leggyakrabban a 0-4 ütéses menetek fordulnak elő a legtöbbet (Prieto-Lage és mtsai., 2025).

Természetesen a korosztályos játékosoknál fizikális korlátok is hátráltatják azt, hogy agresszívabb ütéseket hajtsanak végre, és a szerva után belépjenek az alapvonalon belülré a középső (narancs) pályazónába. Mivel több kutatásban is már kimutatták, hogy az adogatás sebessége pozitív korrelációt mutat a felső test és a felső végtagok uni- és bilaterális robbanékonyságával és reaktív erejével (Ulbricht és mtsai., 2013; Fernandez-Fernandez és mtsai., 2014, 2016; Dobos és Nagykovárdi, 2017; Dobos és Tóth, 2021), ezért célszerű fejleszteni ezen motorikus képességeket már a junior játékosoknál is. Mindezek

mellett egyik kutatásunkban azt is vizsgáltuk U14-es teniszezőknél, hogy a maximális akaratlagos kontrakció (Maximal Voluntary Contraction, MVC) és az erőfelfutás meredeksége (Rate of Force Development, RFD) a szorítóerő felmérésben hogyan korrelál az adogatás indítási sebességével (Dobos és mtsai., 2024). Az eredményeinkből az derült ki, hogy az MVC és az RFD szintje is nagyon nagy hatásmagyságú, pozitív kapcsolatot mutat a teli lapos első adogatás indítási sebességével. Mivel a mai teniszütők sokkal könnyebb szerkezetűek, mint a régebben gyártottak (Miller, 2006), ezért az ütéseknel egy sokkal nagyobb ütőfej gyorsítást lehet elérni, amelyet a lehető legjobban tudni kell kontrollálni. Ez kimondottan igaz a teli lapos adogatásra, amely a legkomplexebb és egyik legfontosabb ütés a junior teniszben és a kivitelezése teljesen független az ellenféltől (Roetert és mtsai., 2009; Fernandez-Fernandez és mtsai., 2013). Ennek érdekében pedig szükséges egy kimondottan jó mozgáskontroll a találati pontnál, amelyhez nagy segítséget tud nyújtani a csukló hajlító izmok megfelelő aktivitása (Elliott és mtsai., 1995; Elliott, 2003), hiszen a kinetikus láncnak ez az utolsó eleme mielőtt az energia továbbítódik az ütőre (Dobos és mtsai., 2024). A nemzetközi adatok azt mutatják, hogy az U16-U18-as elit, ITF játékosok átlagosan 72 (49-103) adogatást hajtanak végre egy mérkőzésen és a legnagyobb százalékuk 158 (119-193) km/h sebességgel megy, illetve 66,7% (59,3-74,2%) -ban nyerik meg a labdameneteket az első szervákból (Kovalchik és Reid, 2017). Ezek az eredmények is tovább erősítik azt a tényt, hogy már az utánpótláskorú játékosoknál célszerű fejleszteni a felső test és a felső végtag maximális erejét és robbanékonyságát. A kutatók négy fő szempontot írnak le a fizikális oldalról, amelyek befolyásolhatják az adogatások sebességét: az ütések technikája vagy biomechanikája (Fleisig és mtsai., 2003; Kovacs és Ellenbecker, 2011), a játékosok antropometriai karakterisztikája (Fett és mtsai., 2020; Tóth és mtsai., 2022a), a játékosok ízületi mozgékonyaság (Palmer és mtsai., 2018), és a játékosok neuromuszkuláris képességeinek szintje (Baiget és mtsai., 2016, 2022). Az adogatás-specifikus robbanékonyságot pedig a szakirodalmak szerint olyan felső testet érintő plyometrikus gyakorlatokkal lehet a legjobban fejleszteni, amelyek a lehető legjobban képesek szimulálni a szerva kinetikus láncát (Colomar és mtsai., 2022).

Látható, hogy egy egyszerű redukcionista módszerrel is értékes adathalmazokhoz tudunk jutni, amely azután a pályán nyújtott teljesítményt is közvetett módon tudja fokozni. Azonban jelen vizsgálatunkban a fő monitorozási módszer az integrált metódus

volt, hiszen az egyes játéktílusok által kiváltott külső- és belső edzésterhelésekre voltunk kíváncsiak. A külső edzésterhelést a sportjátékokkal összefüggő szakirodalmakban fel szokták osztani lokomotorikus és mechanikai terhelésre. Mi a teniszben legtöbb esetben a mechanikai csoportra vagyunk kíváncsiak (Tóth és mtsai., 2021a), amelybe beletartoznak az olyan magas-intenzitású mikromozgások, mint a gyorsulások, lassulások, irányváltások, és felugrások. A teniszben a pálya méretei miatt a játékosok ritkán érik el a maximális futósebességüket, így a tradicionális maximális gyorsulási technikák kevésbé relevánsak (Dobos, 2018). Ehelyett tehát célszerűbb az előbb említett mikromozgások területi és intenzitási fakorait monitorozni (Tóth és mtsai., 2021a), hiszen az agilitásnak is, mint képességnek ezek alkotják a kondicionális összetevőit (Sheppard és Young, 2006).

A vizsgálatunk eredményeiből az derül ki, hogy a támadó alapvonal játékosok szignifikánsan több magas-intenzitású ($\leq -2,5 \text{ m/s}^2$) lassulást hajtottak végre a szimulált mérkőzéseken, mint a védekező társaik (12. ábra). Ez elsőre ellentmondásosnak tűnhet, mivel korábbi kutatásokban a védekező stílus szerint játszó teniszezők produkáltak több futómozgást (Hoppe és mtsai., 2020; Tóth és mtsai., 2025a). Ugyanakkor fontos megjegyezni, hogy ezekben a vizsgálatokban a mérkőzéseket kontrollált körülmények között játszották, előre meghatározott stratégia szerint, amely befolyásolhatja erősen az eredményeket. A támadó alapvonal játékosok magasabb HiD értéke azzal magyarázható, hogy mivel ezen típusú játékosok többet támadnak a középső (narancs) pályazónából, majd ezután a háléhoz lépnek fel a pontok befejezése érdekében, ezek a technikai megoldások több felgyorsulást, majd azt követően a pontos befejező röpték érdekében több lassulást igényelnek főleg a szagittális síkban. A teniszben éppen ezért, mint minden olyan sportjátéknál, ahol szükség van a megfelelő irányváltoztató képességre, fontos fejleszteni a lassulási képességet is. Ennek a képességnek a magas szintje szükséges a pontos ütések kivitelezéséhez, a precízebb találati pontok által (Kovacs és mtsai., 2008). A lassulási képességnek a következő négy fő összetevője van, amelyeket együttesen érdemes fejleszteni (Young és Farrow, 2006): dinamikus egyensúly, excentrikus erő, robbanékony erő és reaktív erő. Mindezeket a képességeket akár együttesen is lehet fejleszteni a plyometrikus edzés módszerrel, amely jól fejleszti az SSC hatékonyságának növelése által a neuromuszkuláris képességeket (Kovacs és mtsai., 2008). Egy előző kutatásunkban az látszódik, hogy akár egy 4 hetes alsó végtagokra irányuló plyometrikus

edzésprogram is elegendő ahhoz, hogy fejlesszük ezen képességeket utánpótláskorú teniszezőknél (Tóth és mtsai., 2021b). Ez azért is jó a teniszben, mert a legtöbb esetben csak 4-6 hetes mezociklus áll rendelkezésre a felkészülési időszakban a teniszezők számára, ami alatt lehet fejleszteni a szükséges képességeket.

Ezt egyértelműen alátámasztja a másik szignifikáns eredményünk, mely szerint az egyéb ütési terhelés mutató is jelentősen több lett a támadó játékosoknál (13. ábra). Ezen OSL változóba tartoznak azon mikromozgások, amelyek a hálónál történő röpték vagy nagyon kikényszerített helyzetben történő ütések közben jönnek létre, „blokkoló” technikai mozdulat jelleggel. Ezen eredmények alapján az edzők számára – Roertert és Kovacs (2019) ajánlását támogatva – célszerű a támadó stílusú játékosok technikai-taktikai edzésében nagy hangsúlyt helyezni a stabil alapütések mellett a középső pályazónából induló támadásindító ütésekre és az azt követő hálónál történő befejező röptékre vagy lecsapásokra. Ezek megvalósításához olyan magas szintű fizikális képességek is szükségesek, mint a maximális erő és a robbanékony erő, amelyre a későbbiek során egy magas szintű gyorsaság és agilitás tud épülni. Ezzel szemben a védekező játékosok fő taktikai célja a labdamenet meghosszabbítása az alapvonalról, vagyis a hátsó pályazónából minél több ütés visszaadása és az ellenfél hibára kényszerítése. Ehhez az egyik fontos technikai cél, amelyet az első vizsgálatunk eredménye is alá tud támasztani, a megfelelő pörgetéssel megjátszott labdák alkalmazása (Tóth és mtsai., 2025a). Az ilyen típusú játékosok erőnléti edzésein pedig a fő hangsúly inkább az erő-állóképességre, valamint az aerob és anaerob-laktacid állóképesség fejlesztésre kell, hogy kerüljön (Sandford és mtsai., 2019).

Majd legvégezetül ebben a második vizsgálatunkban sem találtunk szignifikáns differenciát a támadó- és az alapvonal stílus között az átélt erőfeszítés nagyságában (RPE), amely összhangban áll Hoppe és munkatársai (2020) eredményeivel. Valószínűsíthető, hogy az RPE-ben azért nincsenek a stratégiák és a stílusok között különbségek, mert egyrészt a CR-10-es skála terjedelme nem túl nagy, ezért a kapott adatok nagyjából ugyanabban a zónában mozognak. Valamint az ahogy a futási aktivitásokból is kiderül, hogy szignifikáns eltérés nincsen a két kontextus között, amely annak is betudható, hogy ezek a fő játékfázisok (támadó, védekező, semleges) egy mérkőzés során többször váltakoznak hiába mondható valaki offenzív vagy defenzív stílusú teniszezőnek.

A második vizsgálat hipotéziseinek vizsgálata:

H1: A védekező alapvonal játékosok több magas-intenzitású gyorsulást, lassulást és irányváltást produkálnak, mint a támadó alapvonal játékosok, és ezáltal az összes külső tenisz-specifikus terhelésük is nagyobb.

A hipotézist el kell vetnünk, mert a támadó alapvonal játékosok magasabb értékeket produkáltak a magas-intenzitású ($\leq -2 \text{ m/s}^2$) lassulás és az egyéb ütési terhelés változóiban, azonban a többi külső edzésterhelési mutatóban nem jelentkezett különbség a két stílus között.

H2: A védekező alapvonal játékosok magasabb RPE értékeket mutatnak, mint a támadó alapvonal stílus szerint játszó teniszezők.

A hipotézist el kell vetnünk, mert nem volt jelentős különbség a védekező alapvonal játékosok RPE értékei és a támadó alapvonal játékosok eredményei között.

6.2.2. A mérkőzések győztesének és vesztesének összehasonlítása

Az egyéni játéktílusok és alkalmazott stratégiák figyelembevételén túl az integrált monitorozási megközelítés magában foglalja a különböző mérkőzésekörülmények vizsgálatát is a sportjátékokban (Bradley és Ade, 2018; Kádár és mtsai., 2023), mint például a győztes és vesztes meccsek összehasonlítását. Ez a fajta megközelítés elengedhetetlen az élsport teljesítményorientációja szempontjából, mivel az eredmények rávilágíthatnak arra, hogy a vizsgált képességek alapján mi különbözteti meg a győztes játékost a vesztestől. Mivel a disszertációm is elsődlegesen az élsportot, mint teljesítmény orientált közeget célozta meg, ezért ebben a második vizsgálatunk, második részében azt a célt tűztük ki, hogy detektáljuk azokat a futási aktivitási mutatókat, amelyek különböznek a győzteseknél és a veszteseknél, illetve megállapítani ennek az eltérésnek a nagyságát. Továbbá, leírni azt a differenciát, amely belső edzésterhelésnél jelentkezik, az átélt erőfeszítés nagyságában (RPE).

A kondicionális képességek oldaláról már viszonylag régóta vizsgálják, hogy a ranglistán előrébb elhelyezkedő játékosok milyen képességekben és milyen mértékben

különböznek az alacsonyabb helyezésű játékosoktól (Filipcic és mtsai., 2010; Baiget és mtsai., 2014; Kramer és mtsai., 2016, 2017; Ulbricht és mtsai., 2016; Dobos és mtsai., 2021). Mindazonáltal azt is fontos megtudni, hogy magában a mérkőzések közbeni teljesítmény faktorok közül melyek azok, amelyek a leginkább befolyásolni tudják a teljesítményt.

Eredményeink azt mutatják, hogy a győztes játékosok szignifikánsan magasabb futás terhelési értéket értek el, mint a vesztes társaik (14. ábra). Ez azt jelenti, hogy lineárisan több futómozgást végeztek. Ez megint csak összefüggésben lehet azzal, amit a stílusok elemzésénél, a HiD paraméternél is említettünk, hogy ezen győztes játékosok többet igyekeztek felfutni a háléhoz és ott minél hamarabb befejezni a pontot. Jelenlegi tudásunk szerint nincsenek még arra kutatások, hogy egy támadó stílus használata sikeresebb lehet-e a versenyteljesítmény szempontjából, de az edzői tapasztalatunk azt sugallja, hogy összefüggésben van azzal. Ha megnézzük a profi tenisz mérkőzéseket is, akkor látható, hogy majdnem mindenki igyekszik a lehető legtöbbet a támadó játékfázisban lenni és akik sikeresek hamarabb képesek elől, a háló (zöld) zónában befejezni a pontot. A szakirodalmak egyértelműen azt mondják, hogy a pályán történő mozgások 70%-a oldalirányba történik és csak 20% az egyenes vonalú mozgások (Weber és mtsai., 2007; Kovacs, 2009), de arra a 20%-ra is nagy hangsúlyt kell fektetni, mert befolyásolhatja a sikerességet a mérkőzéseken, melyet az eredményeink is alátámasztanak. Edzés módszertani szempontból tehát a lineáris sprintfutás első fázisát (korai gyorsulás) – amely 0-tól 10 méterig terjed – érdemes az irányváltoztató képességen, illetve a laterális felgyorsulási képességen kívül fejleszteni az edzéseken először ütő nélkül, majd ütővel a kézben. Célszerű ennek érdekében általános alsó végtagi maximális erő fejlesztés kimondottan a csípőfeszítő izmokra összpontosítva (Jiménez-Reyes és Morin, 2022). Valamint ezen szerzők azt is javasolják, hogy a sprint-specifikus erőt is érdemes fejleszteni a horizontális erő kifejtés növelés érdekében, nagyon nehéz szánok tolásával vagy húzásával. A sprintfutás során a maximális teljesítmény leadása javítható az alacsony sebességszinteken történő erő kifejtés képességének növelésével, az alacsony erőszinteken történő sebességtermelés maximalizálásával, vagy mindkettővel (Morin és Samozino, 2016), figyelembe véve azt is, hogy a sportoló az erő-sebesség profilja alapján erő- vagy sebességdomináns-e inkább (Reyes és Morin, 2022). Továbbá, ezen eredményeink összhangban állnak Galé-Ansodi és munkatársai (2017b)

megállapításával, akik kimutatták, hogy a magasabb rangú férfi teniszezők több összesen megtett távot, több gyorsulással megtett távolságot és nagyobb maximális sebességet értek el percenkénti bontásban, mint az alacsonyabb rangúak. Ugyanakkor a PL értékük a gyengébb kaliberű játékosoknak magasabb volt, amely azt jelenti, hogy összesen a három mozgássíkban viszont többet mozogtak. Eredményeinket alátámasztja Kilit és Arslan (2017) eredményei is, miszerint a mérkőzések győztesei minden sebességi zónában nagyobb távolságot tettek meg, mint a vesztes társaik. A magas-intenzitású ($\geq 2,5 \text{ m/s}^2$) gyorsulás és lassulás ($\leq -2,5 \text{ m/s}^2$) tekintetében eredményeink összhangban állnak Hoppe és kollégái (2020) vizsgálati eredményeivel, ahol szintén nem volt ezekben a külső terhelési változókban szignifikáns különbség a mérkőzések győztesei és vesztesei között. Hasonlóan egy korábbi kutatásunkhoz, ahol azt vizsgáltuk, hogy különböző edzésgyakorlatok közben („Big X” és „1-6” teszt), az egyes ütések sikeressége - amelyet egy kijelölt célterületre kellett irányítani - milyen összefüggésben van a futási aktivitásokkal junior teniszezőknél (Tóth és mtsai., 2021a). Az eredményekből az derült ki, hogy a több mikromozgást végrehajtó játékosok nem feltétlenül ütöttek pontosabban. Felnőtt teniszezők vizsgálatában ugyanakkor a különbség mutatkozott a futómozgásokban: a győztesek szignifikánsan több gyorsulást hajtottak végre a fonák oldalra, míg a vesztesek inkább a tenyeres oldalra (Hoppe és mtsai., 2016).

Összeségében látható, hogy a saját eredményeink, illetve az eddigi kutatások eredményei is igen csak ellentmondásosak ezen a téren. Nem véletlenül kutatják a mai napig is a sporttudósok a labdajátékokban, hogy valóban befolyásolja-e egyáltalán a pályán leadott futóteljesítmény a mérkőzések kimenetelét (Allen és mtsai., 2025). Sokszor hoztam már példaként a labdarúgást, hiszen ebből a sportágból lehet találni a legtöbb terhelési tényezőkkel kapcsolatos kutatást. Ebben a sportágban szintén kimutatták többször is, hogy a különféle lokomotorikus és mechanikai futómozgások teljesítménye kicsi vagy semmilyen közvetlen kapcsolatban nincs a mérkőzések eredményével (Hoppe és mtsai., 2015; Buchheit és mtsai., 2018; Oliva-Lozano és mtsai., 2023). Ez gyakorlati szempontból igazából nem meglepő, mivel a mérkőzés közbeni futóteljesítményt elsősorban taktikai döntések, az ellenfél viselkedése, valamint a mérkőzés folyamatosan változó dinamikája befolyásolja (Bradley és mtsai., 2011; Carling, 2013; Ju és mtsai., 2023). Ezek a kontextuális tényezők gyakran félrevezetővé teszik a futási paramétereket, amikor azokat siker indikátoraként kezeljük. Tulajdonképpen minden külső terhelési,

jelen esetben futási változó a taktikából indul ki és csak a hozadéka annak, vagyis nem fordítva kell közelíteni a kérdéshez. Mindezekben a sportágakban - köztük a teniszben is - nagy százalékban a sikeresség a játékosok technikai és taktikai színvonalától függ (Reid és mtsai., 2007).

Ami a belső edzésterhelést illeti, a vesztes mérkőzéseken a teniszezők szignifikánsan magasabb RPE értékeket jeleztek nagy hatásnagysággal (15. ábra). Feltételezéseink szerint ez összefügghet a vereség pszichológiai terhével, hiszen több esetben megfigyelték, hogy a magasabb RPE értékek nagyobb mentális túlterheléssel járnak az ütősportokban (Ding és mtsai., 2024). Emellett a gyakorlati edzői tapasztalatok, illetve a kutatások is azt mutatják, hogy a vesztes játékosok gyakrabban fizikálisan is megterhelőbbnek érzik a mérkőzéseket a frusztráció következtében (Fernandez-Fernandez és mtsai., 2015; Harris és mtsai., 2021). Fernandez-Fernandez és munkatársai (2015) női teniszezőknél például ezzel kapcsolatban azt találták, hogy a versenyek során vereséget szenvedő játékosoknak magasabb volt a kortizol szintjük minden időpontban, mint a győzteseknek, valamint nagyobb kognitív és szomatikus szorongást tapasztaltak, alacsony önbizalommal. Amikor azt feltételeztük a vizsgálat megkezdése előtt, hogy a vesztes mérkőzés szituációk közben magasabb RPE értékeket fognak elérni a játékosok, akkor ezt arra alapoztuk, hogy mivel magasabb lesz az összes külső terhelésük a futási aktivitások viszonylatában, ezért ez a belső terhelésre is hatással lesz. Azonban, mint ahogy azt az előzőleg felsoroltakból láthatjuk, a futási aktivitásokra - egy mutatót leszámítva - nem volt hatással a mérkőzés kimenetele, ezért valószínűsíthető, hogy ténylegesen a pszichés faktorok a fő befolyásoló tényezők ebben.

A második vizsgálat hipotéziseinek vizsgálata:

H3: A mérkőzések vesztesei több magas-intenzitású gyorsulást, lassulást és irányváltást produkálnak, mint a mérkőzések győztesei, és ezáltal az összes külső tenisz-specifikus terhelésük is nagyobb.

A hipotézist el kell vetnünk, mert a mérkőzések győztesei magasabb értékeket értek el a futás terhelés külső edzésterhelési változóban, azonban a többi paraméter esetében nem volt jelentős különbség a győztesek és a vesztesek között.

H4: A mérkőzések vesztesei magasabb RPE értékeket mutatnak, mint a mérkőzések győztesei.

A hipotézist bizonyítottnak tekintjük, mert a vesztes mérkőzés szituációkban a játékosok magasabb RPE értékeket jeleztek, mint a győztes esetekben.

7. KÖVETKEZTETÉSEK

7.1. Következtetések összefoglalása

A doktori disszertációm vizsgálati eredményei arra utalnak először is, hogy a védekező stratégiai kontextus esetében a játékosok több gyorsulást hajtanak végre mind a három mozgássíkban, amelyet az bizonyít, hogy a PlayerLoad™ értékeik jelentősen magasabbak voltak, mint a támadó kontextusban. Ezenkívül a védekező stratégia esetében a játékosok jobb oldalra több alacsony-intenzitású ($< 2,5 \text{ m/s}^2$) irányváltást hajtottak végre, azonban a többi irányváltási paraméterben nem jött létre jelentős különbség, tehát ez azt jelenti, hogy az irányváltoztatással való futógyorsaság képességében, szimulált mérkőzés szituációk közben nincsen különbség a támadó és a védekező stratégia között. Azt mindenképpen érdemes az edzőknek figyelembe venni a jövőben ezekből az eredményekből kiindulva, hogy mind a sportági, mind az erőnléti edzéseken a hangsúlyt ezen mikromozgások (gyorsulások, lassulások, és irányváltások) tudatos fejlesztésére érdemes helyezni, és nem a maximális sebesség futótechnikájára stílustól függetlenül. Először mindenképpen azt javaslom, hogy a zárt kontextusban – tehát mindenféle kognitív terhelés nélkül – fejlesszék ezen mozgásokat majd a megfelelő technika meglétével nyílt körülmények között, a tényleges agilitás fejlesztése legyen a fő cél.

Ezen stratégiával kapcsolatos vizsgálatunkban továbbá azt találtuk, hogy a tenyeres- és fonák ütések pörgetése jelentősen nagyobb a defenzív szituációban, amely elsősorban annak a taktikai alapelvnek köszönhető, hogy a védekező játékfázisokban a teniszezők igyekeznek mély ütésekkel, hátra szorítani az ellenfelüket a pályán, amelyhez elengedhetetlenek a pörgetett alapütések. Eddig jelenlegi tudásunk szerint nem volt olyan kutatás, ahol objektív módon vizsgálták volna meg a két stratégia közötti alapütések pörgetési és sebességbeli különbségeit. Ezen kutatási eredményeink azonban rávilágítottak arra, hogy ténylegesen amikor védekező játékhelyzetbe kerül a játékos akkor több pörgetésre van szüksége ahhoz, hogy visszanyerje a pozícióját. Ezért javaslom a sportági edzőknek, hogy ezen taktikai helyzeteket ugyanúgy gyakorolják, mint az offenzív játéksituációkat, mert sokszor előfordulnak az egyes mérkőzéseken bármilyen játékstílussal rendelkező játékosnál. A kondicionális oldalról tekintve pedig a gyorsasági/lábmunkát fejlesztő edzéseken ezen ütési technikát segítő lábmunka variációkat érdemes fejleszteni, annak érdekében, hogy egy stabil ütésállást tudjon

felvenni a játékos. Mindezen kívül az ütések sebességében nem volt jelentős differencia a két játékstratégia között. Valamint az ütési sebességhez hasonlóan a játékosok által átélt erőfeszítés nagyságában (RPE) sem találtunk jelentős különbséget a két stratégiai kondíció között, ebből kifolyólag tehát a szubjektív alapon mért belső edzésterhelés közel azonos a két stratégia között ebben a specifikus populációban. Itt meg szeretném említeni azt a sportszakemberek számára, hogy az RPE skálák használata mellett mindenképpen érdemes a gyakorlatban az objektív alapon mért szívfrekvencia méréseket is használni, hiszen ezzel kapunk egy teljes egész képet a sportolókat ért belső terhelésről.

Az egyes játékstílusok elemzési eredményeiből meg az látszódik, hogy a támadó alapvonal játékosok több lassulást hajtanak végre magas-intenzitáson ($\leq -2 \text{ m/s}^2$), és több mozgást végeznek a hálónál a röpték megjátszásakor. Ezen kapott eredményeink alátámasztják azt a tényt, hogy azon teniszezők, akik többet vannak a támadó játékfázisban, többet mennek fel a hálóra és igyekeznek befejezni abban a zónában, minél hamarabb a pontokat. A korosztályos teniszezőknél nagyjából az U12 és U14-es korosztályig nem feltétlenül a támadó, agresszív játékstílus a legsikeresebb, azonban az ennél magasabban lévő korosztályoknál egyértelműen az ilyen jellegű stratégiák alkalmazásával lehet sikeres egy játékos hosszútávon. Ezért azt javaslom az edzőknek, hogy az edzéseken már a fiatal kortól kezdődően minél többször gyakoroltassák az olyan játékelemeket, mint például a támadás indítások vagy a hálójáték. Továbbá ehhez kapcsolódóan a fizikális edzéseken is minden fő gyakorlatnál jelenjen meg az előrefelé mozgás és a testsúlyáthelyezés a megfelelő kinematikai láncok bevonásával. Ettől függetlenül egyik stílus szerint játszó játékosnak sem lett jelentősen nagyobb az összegzett külső edzésterhelésük, mint a másoknak, ezért ez is csak azt mutatja, hogy a teniszben a játékstílusok között a futási aktivitások szempontjából nincsen óriási különbség egy-két paramétertől eltekintve, és az alkalmazott stratégia mérkőzésenként és mérkőzéseken belül is könnyen változhat. Az RPE mutató az offenzív és defenzív stratégiákhoz hasonlóan, „nyílt” körülmények között sem mutatott lényegre törő differenciát a támadó és a védekező versenyzők között, amely annak is köszönhető, hogy a legtöbb külső terhelési tényezőnél is hasonló eredmények jöttek ki.

A játékstratégiák és stílusokon kívül még az látható, hogy a mérkőzések győztesei magasabb értékeket értek el a futási terhelés terhelési mutatójánál, amely azt jelenti, hogy a pályán a sikeresebb játékosok több mozgást hajtanak végre lineárisan, tehát a hálóra,

annak érdekében, hogy hamarabb tudják befejezni az adott pontot, a támadó játéktílushoz hasonlóan valószínűleg. Tehát ez megint csak azt jelenti, hogy a gyakorlatban, a tenisz edzéseken a legtöbb gyakorlatnak ennek a taktikai elemnek a fejlesztésén kell, hogy legyen a hangsúly. Ki kell építeni már az utánpótláskorban a játékosoknál, hogy amint csak lehetőségük van, akkor lépjenek be a pályára, majd minél hamarabb menjenek fel a hálózhoz. Ehhez természetesen szükség van egy megfelelő technikai képzettséghez, hogy ezt hatékonyan végre tudják hajtani. A technika szempontjából ez azt jelenti, hogy a legtöbb esetben a neutrális vagy zárt ütésállásokat érdemes az edzéseken gyakoroltatni, a megfelelő ritmusú és intenzitású testsúlyáthelyezés végrehajtásával. Természetesen ehhez meg szükség van a motorikus képességek megfelelő bázisára is. Mivel itt is láthatjuk a taktika-technika-fizikum integrációját ezért azt javaslom a teniszben dolgozó sportszakembereknek, hogy alkalmazzák az integrált edzésblokkokat a foglalkozásaik alatt. Ezzel ellentétben az összes többi futási aktivitást felmérő változóban nem találtunk jelentős különbséget a mérkőzések győztese és vesztese között. Több kutatási eredménnyel összevetve ezen terület továbbra sem hoz egyértelmű eredményeket a labdajátékokban, amely szintén csak azt a tényt erősíti, hogy ezen sportágakban elsősorban a technikai-taktikai képességek és készségek dominálnak. Nem utolsósorban pedig a vesztes játékosok nagyobb belső terhelésként élték meg a mérkőzéseket, mint a győztesek, amely a nagyobb pszichés megterheléssel magyarázható, amelyet a sportszakembereknek célszerű a regenerációs protokolloknál figyelembe venni. Ez azt jelenti a gyakorlatban, hogy egy olyan mérkőzés után, amikor a sportoló vesztesként hagyta el a pályát, akkor először is a mentális lenyugtatás lesz számára a legfontosabb, amelyet persze integráltan lehet alkalmazni a fizikális levezető gyakorlatokkal annak érdekében, hogy a paraszimpatikus idegrendszeri aktivitást stimuláljuk.

7.2. Gyakorlati alkalmazhatóság

Ahogy az már az előző fejezetben említettük nincsen éles különbség a két fajta játéktílus között a külső edzésterhelési mutatókban, mivel egy teniszezőnek tudnia kell egy mérkőzésen belül többször is variálni a különböző játékfázisokat. Azt mindenképpen el kell mondani, hogy ezen kutatásunk egy specifikus, viszonylag nagy homogenitású elit csoportra fókuszált, tehát a gyakorlati tanácsokat is ezen szintű és korosztályban

versenyző teniszezőkre lehet alkalmazni. Általánosságban véve az elmondható, hogy a támadóbb jellegű játékosok összeségében sikeresebbek is, tehát célszerű ezt a fajta fejlesztést megelőzni már a fiatal, korosztályos játékosoknál is. Természetesen ezen stílusok alkalmazása olyan külső tényezőktől is függhet, mint az ellenfél stílusa, a pályaborítás, az időjárási körülmények és a játékosok szintje. A játékosok fizikai képességeinek fejlesztését a játékstílus figyelembevételével érdemes megtervezni (Kovacs, 2006). A kontrázó, védekező stratégiát alkalmazó játékosok esetében a hosszabb labdamenetek és a három mozgástengely körül végzett gyorsulások miatt valószínűsíthető, hogy mind aerob, mind anaerob-laktacid kapacitásuk fontos, míg a támadó játékosok esetében a rövid, robbanékony mozdulatok dominálnak, így az anaerob-alaktacid képességek szerepe hangsúlyos lehet. Véleményünk szerint célszerű ezt a játékstílus specifikus kondicionális fejlesztést elsősorban a felkészülési időszak, speciális részében fejleszteni és kihasználni. A kutatási eredmények szerint nincsen éles különbség a stílusok között, ezért a felkészülési időszak első, általános felkészülésről szóló periódusában, illetve a versenyszezonban sokkal általánosabb és holisztikusabb fejlesztés ajánlott figyelembe véve a játékos gyengeségeit és sérülésre predesztinált területeit. Azt mindenképpen meg kell említenünk, hogy ezeket az edzésmódszertani ajánlásokat a női teniszezőkre megint csak másképp kell alkalmazni, hiszen a nőknél általánosságban hosszabbak a labdamenetek, tehát a felkészülésnél náluk érdemes több időt eltölteni az anaerob-laktacid állóképesség fejlesztésével.

Mindezek alapján célszerű a sportolókat a stílusok függvényében állóképesség-alapú magas intenzitású intervall edzés (High-Intensity Intervall Training, HIIT) vagy sprint-alapú HIIT csoportokba sorolni az energiarendszerek fejlesztésekor (Hattler és mtsai., 2022). Erre lehet az edzők segítségével az úgynevezett sebességtartalék arány mutató (Speed Reserve Ratio, SRR), amely a maximális sprintsebesség (Maximal Sprint Speed, MSS) és a maximális aerob sebesség (Maximal Aerob Speed, MAS) hányadosával fejezhető ki (Sandford és mtsai., 2019). A gyakorlatban, az állóképesség fejlesztéskor tehát a játékstílusok külső- és beleső edzésterhelési jellemzői, valamint az SRR eredmények alapján célszerű meghatározni, hogy állóképesség-alapú vagy sprint-alapú HIIT edzés szükséges a játékosnak. A kutatók szerint a védekező alapvonal játékosok SSR értéke 1,66 alatt van, míg a támadó alapvonal játékosoknak ez 1,66 és 1,77 között

helyezkedik el, míg egy szerva-röpte játékosnak, aki főleg gyorsaság és robbanékonyság alapú sportolók, 1,89 fölött helyezkedik el ez az érték (Parkes és mtsai., 2022).

Továbbá a vizsgálati eredményeinkből kifolyólag úgy véljük, hogy a gyakorlati elemzések során az edzőknek és sporttudományi szakembereknek nagyobb hangsúlyt kellene fektetniük az ütésekkel kapcsolatos technikai és taktikai mutatók folyamatos monitorozására, mivel a futó teljesítmény ma már úgy tűnik egy alapkövetelmény a pályán elért sikerességhez, de nem döntő tényező. Ugyanakkor az olyan edzésterhelési mutatók, mint a magas- és alacsony intenzitású gyorsulások, lassulások, irányváltások és tenisz-specifikus PlayerLoad™ értékek, valamint az RPE folyamatos monitorozása révén a túlterhelés és ezáltal a sérülések előfordulása mérsékelhető különösen akkor, ha mindezt egy olyan rendszerbe integráljuk, mint például az Akut:Krónikus Terhelési Arány (Acute:Chronic Workload Ratio, ACWR) modell (Gabbett, 2016). Nem győzöm hangsúlyozni, hogy ezen külső- és belső edzésterhelési mutatókat mindig együtt kell kezelni a teljesítmény monitorozás folyamatában és sosem elkülönítve egymástól. Hiszen, ha egy sportoló ugyanarra a külső terhelésre, ugyanazon körülmények között alacsonyabb belső edzésterhelési értékeket nyújt, akkor az azt jelentheti, hogy fejlődött az edzettsége. Ezzel ellentétben, ha emelkedés tapasztalható a belső terhelésében, akkor csökkent az edzettsége vagy elérte a nem-funkcionális túlterhelés első jeleit, amely a túledzettségi szindróma előszobája (Bubbs, 2019).

Az edzésterhelés progresszív adagolásában nyújt segítséget az ACWR modell, amely az elmúlt 1 hét edzésmennyiségét, egy előzetes hosszabb periódus (általában az elmúlt 1 hónap) mennyiségével veti össze (Wang és mtsai., 2020). A sportjátékokban végzett eddigi kutatások alapján ennek az arányszámnak a megfelelő tartománya („sweet spot”) 0,8 és 1,3 között van. Mindezt bármely külső- és/vagy belső edzésterhelési tényezővel lehetséges vizsgálni, azonban a legfontosabb szempont az, hogy az adott terhelési paraméterekhez konzisztensen tartsuk magunkat. Ebben a tartományban a legalacsonyabb a lágyrész (izom, ín) sérülések rizikója, ennél alacsonyabb vagy magasabb ACWR esetén nő a sérülésveszély (Blanch és Gabbett, 2016). A teniszben az eddigi kutatások és saját vizsgálatainkra támaszkodva érdemes az általunk is alkalmazott EPTS rendszerek használata az ütési- és futási aktivitások folyamatos monitorozására és ezen külső edzésterhelési adatok integrálása az ACWR rendszerbe. Az általunk is használt PlayerLoad™ integrált futási paraméter, illetve önmagában az ütések számának

a folyamatos nyomon követésével hasznos információkhoz tudnak jutni az edzők, ha behelyezik ezen értékeket az ACWR modellbe. Természetesen a „sweet-spot” tartomány egyénekenként változhat, azonban egy jó kiindulási alapot adhat a szakembereknek a terhelések adagolásánál. Az a jó hír, hogy 2024. július 15-től az ATP Tour és az ATP Challenger versenyeken engedélyezett a különböző EPTS rendszerek használata, köztük a mi kutatásunkban is használt Catapult márkájú mikroszenzorok (ATP, 2024). Ez azért különösen jó mert így most már a hivatalos mérkőzések terhelési profiljait is fel lehet használni a terhelések megtervezésekor. Továbbá a vizsgálatainkban is használt tenisz-specifikus PlayerLoad™ értékekkel egyszerű módon objektívizálni lehet a játékosokat ért ütési-, futási-, és belső terheléseket, amely nem csak az említett sérülési rizikó csökkentésben nyújt segítséget, hanem kvantitatív módon ténylegesen a mérkőzések terhelésére lehet a teniszezőket majd felkészíteni az edzéseken ezen külső edzésterhelési mutatók által. A teniszben ezen objektív teljesítményelemzéseken kívül léteznek taktikai elemzések is, amelyeket célszerű használni. Ezeknek két csoportja létezik: a videofelvételek által történő meccselemzés (Sanz és Terroba, 2012) vagy a mérkőzésstatisztikai mutatók által (Tóth és mtsai., 2022b). Úgy gondoljuk, hogy a jövőben a taktikai elemzésekkel integráltan érdemes kezelni a mérkőzések terhelési mutatóit, hiszen mindig az adott taktikai kontextus határolja be a leadott teljesítményt.

7.3. A vizsgálatok limitációi és erősségei

A doktori kutatásom első- és második vizsgálatának egyaránt több korlátja is van. Elsősorban a viszonylag alacsony elemszám említhető – főleg az első vizsgálatunknál – amely korlátozhatja az eredmények általánosíthatóságát. A vizsgálatokban kizárólag korosztályos férfi teniszezők vettek részt, így a náluk fiatalabb vagy idősebb és női játékosok esetében eltérő eredmények születhetnek, ezért az eredmények gyakorlati alkalmazása során körültekintés szükséges. Ezen kívül a jelen kutatás szimulált mérkőzésekre épült, amelyek időalapúak voltak, míg a hivatalos mérkőzések két nyert szettig tartanak időkorlát nélkül. Így a jövőben célszerű lenne a vizsgálatokat hivatalos versenykörnyezetben is elvégezni. Továbbá az egyes játéktípusok meghatározása szubjektív módon történt, ezért indokolt egy olyan protokoll kidolgozása, amely objektív kritériumok alkalmazását is lehetővé teszi.

Az edzésterhelési mutatók mérése kapcsán szintén további fejlesztések szükségesek. A futási aktivitások esetében a mikromozgások részletesebb elemzése, valamint a belső edzésterhelés objektív élettani paraméterek szerinti elemzése. Az ütési aktivitások vizsgálatánál célszerű lenne a jövőben olyan fejlettebb okos szenzorokat alkalmazni, amelyek pontosabb detekciót biztosítanak és kényelmesebb a használatuk a játékosok számára.

Mindezek ellenére a vizsgálatainknak több erőssége is van. A vizsgálati személyek elit, junior teniszezők voltak, akik ITF korosztályos ranglista helyezéssel rendelkeztek és a vizsgálatok folyamán többen válogatott játékosok voltak. Valamint közülük ketten az ATP világranglistán is jegyzett versenyzők voltak. Tehát az igaz, hogy relatíve alacsony elemszámú a mintánk, azonban ez ténylegesen a magyar, elit utánpótlás. Ezt erősíti tovább az is, hogy több esetben igaz, hogy a szignifikanciaszintet nem érték el, ugyanakkor a hatásnagyság nagy volt, ami arra utal, hogy a különbségek a stratégiák között gyakorlati szempontból relevánsak lehetnek, de további kutatások szükségesek nagyobb mintán a megbízhatóbb megállapításokhoz. Mindezek mellett a jelenlegi ismereteink szerint a stratégiáknál alkalmazott nemzetközi mérési protokoll eddig csak női teniszezőknél fordult elő, így a férfi játékosok esetében ez az első ilyen jellegű kutatás. Az általunk használt vizsgálati protokoll lehetővé teszi a jövőbeni kutatások számára, hogy nagyobb mintán, szélesebb populációban, valamint eltérő mérőkörnyezetben is megismételhetőek legyenek, így biztosítva az eredmények további érvényesítését és gyakorlati hasznosíthatóságát.

8. ÖSSZEFOGLALÁS

A kutatásunk fő célja az volt, hogy megállapítsuk az offenzív és defenzív játékstratégiai kondíciók, a támadó és védekező alapvonal játéktílusok, valamint a győztes és vesztes mérkőzések közötti fő különbségeket az olyan külső edzésterhelési tényezők tekintetében, mint a futási- és ütési aktivitások, valamint az átélt erőfeszítés nagyságában (RPE) különböző korosztályú, fiatal férfi teniszezőknél.

Az első vizsgálatunkban 6 elit korosztályos teniszező szerepelt, akiknek egyszer defenzív módon, egyszer pedig offenzív módon kellett játszaniuk a szimulált mérkőzéseket. Míg a második vizsgálatban 16 fő vett részt és az egyes stílusok, valamint a mérkőzés kimenetele közti differenciákat szeretnénk volna meghatározni. Mind a két vizsgálatban a futási aktivitások detektálását IMU szenzorral rögzítettük és a különböző mikromozgások terjedelmi mutatóira voltunk kíváncsiak, valamint az RPE belső edzésterhelési mutatót is vizsgáltuk. Mindemellett az első vizsgálatban az ütési aktivitásokat is felmértük okos ütő szenzor segítségével, valamint a második vizsgálatban videókamerával a mérkőzések aktivitási profilját állapítottuk meg.

Az első vizsgálat eredményei azt mutatták, hogy a játékosok a defenzív kontextusban szignifikánsan magasabb értékeket produkáltak a PlayerLoad™, az alacsony-intenzitású jobbra történő irányváltás, a tenyeres- és fonák pörgetés változónál. A második vizsgálatban egyrészt a támadó alapvonal játékosok szignifikánsan több magas-intenzitású lassulást és egyéb ütési terhelést értek el, valamint a mérkőzés vesztesei szignifikánsan több futás terhelést és RPE értékeket mutattak. A többi külső edzésterhelési változónál egyik esetben sem jött létre jelentős különbség a különböző kontextusok között.

Eredményeinkből arra következtettünk, hogy a defenzív stratégia alkalmazásakor a teniszezők több mozgást hajtanak végre a három mozgássíkban, de a pályán nyújtott irányváltoztatási képességükben nincs különbség, azonban jobban pörgő ütések alkalmaznak taktikai szempontból. A támadó alapvonal játékosok és mérkőzések győztesei többet mozognak a háló irányába a pontok gyorsabb befejezése végett, valamint a vesztesek megterhelőbbnek érzik a meccseket. Mindezen eredményeket az edzőknek célszerű figyelembe venni a taktikai és technikai képzésnél, valamint a kondicionális képességek speciális fejlesztésénél.

9. SUMMARY

The primary aim of our research was to identify the main differences between offensive and defensive match strategies, aggressive and counterpunching baseline playing styles, as well as winning and losing matches, with regard to external training load variables such as running and stroke activities, and the rating of perceived exertion (RPE), in young male tennis players across different age groups.

In the first study, 6 elite junior tennis players participated, each required to play simulated matches once in a defensive and once in an offensive strategy. In the second study, 16 players took part, with the goal of determining differences between playing styles and match outcomes. In both studies, running activities were recorded with IMU sensors to assess the magnitude of various micromovements, while internal load was evaluated using RPE. In addition, in the first study, stroke activities were monitored using a smart racket sensor, whereas in the second study, the activity profile of the matches was established through video analysis.

The results of the first study indicated that players in the defensive context achieved significantly higher values for PlayerLoad™, low-intensity directional changes to the right, as well as forehand and backhand topspin strokes. In the second study, aggressive baseline players performed significantly more high-intensity decelerations and other stroke loads, while losing players exhibited significantly higher running load values and RPE scores. For the remaining external training load variables, no substantial differences were observed between the different contexts.

Our findings suggest that when applying a defensive strategy, tennis players perform more movements across all three planes of motion, although no significant differences in change-of-direction ability on the court were detected. However, they tend to use more topspin strokes for tactical purposes. Aggressive baseline players and match winners moved more frequently towards the net to finish points more rapidly, while losing players perceived the matches as more demanding. In conclusion, these results should be carefully considered by coaches when planning technical and tactical training, as well as in the targeted development of specific conditional abilities.

10. IRODALOMJEGYZÉK

Ade, J., Fitzpatrick, J. Bradley, P.S. (2016) High-intensity efforts in elite soccer matches and associated movement patterns, technical skills and tactical actions. Information for position-specific training drills. *J Sports Sci*, 34(24): 2205-2214.

Allen, T., Taberner, M., Zhilkin, M., Alexander, J., Harper, D., Rhodes, D. (2025) Is it as simple as run more, win more? Influence of running load on match outcome and final league position across nine consecutive English Premier League football seasons. *Int J Sports Sci Coach*, 17479541251371004.

Bahamonde, R. (2001) Biomechanics of the forehand stroke. *ITF CSSR*, 24, 6-8.

Baiget, E., Fernández-Fernández, J., Iglesias, X., Vallejo, L., Rodriguez, F.A. (2014) On-court endurance and performance testing in competitive male tennis players. *J Strength Cond Res*, 28: 256–264.

Baiget, E., Corbi, F., Fuentes, J.P., Fernández-Fernández, J. (2016) The relationship between maximum isometric strength and ball velocity in the tennis serve. *J Hum Kinet*, 53: 63–71.

Baiget, E., Colomar, J., Corbi, F. (2022) Upper-limb force time characteristics determine serve velocity in competition tennis players. *Int J Sports Physiol Perform*, 17: 358–366.

Baptista, I., Johansen, D., Figueiredo, P., Rebelo, A. Pettersen, S.A. (2019) A comparison of match-physical demands between different tactical systems: 1-4-5-1 vs 1-3-5 2. *PLoS One*, 14(4): e0214952.

Beenham, M., Barron, D.J., Fry, J., Hurst, H.H., Figueirido, A., Atkins, S. (2017) A comparison of GPS workload demands in match play and small-sided games by the positional role in youth soccer. *J Hum Kinet*, 57(1): 129-137.

Bergeron, M.F., Maresh, C., Kraemer, W.J., Abraham, A., Conroy, B., Gabaree, C. (1991) Tennis: a physiological profile during match play. *Int J Sports Med*, 12(5): 474–479.

Bergeron, M.F., Maresh, C.M., Armstrong, L.E., Signorile J.F., Castellani, J.W., Kenefick, R.W., LaGasse, K.E., Riebe, D.A. (1995) Fluid-electrolyte balance associated with tennis match play in a hot environment. *Int J Sport Nutr*, 5: 180-193.

Bernardi, M., De Vito, G., Falvo, M.E., Marino, S., Montellanico, F. Cardiorespiratory adjustment in middle-level tennis players: are long term cardiovascular adjustments possible? In: Lees, A., Maynard, I., Hughes, M., Reilly, T. (szerk.), *Science and racket sports II*. E & FN Spon, London, 1998: 20-26.

Birrer, R.B., Levine, R., Gallippi, L., Tischler, H. (1986) The correlation of performance variables in preadolescent tennis players. *J Sports Med Phys Fitness*, 26(2): 137-139.

Black, S.A. (2002) *A kinematic analysis of the open and closed stance forehand groundstroke in division I collegiate-level tennis players*; California State University: Fresno, CA, USA.

Blanch, P., Gabbett, T. J. (2016) Has the athlete trained enough to return to play safely? The acute: chronic workload ratio permits clinicians to quantify a player's risk of subsequent injury. *Br J Sports Med*, 50(8): 471-475.

Borg, G. (1970) Perceived exertion as an indicator of somatic stress. *Scand J Rehabil Med*, 2: 92–98.

Boyd, L.J., Ball, K., Aughey, R.J. (2011) The reliability of MinimaxX accelerometers for measuring physical activity in Australian football. *Int J Sports Physiol Perform*, 6(3): 311–321.

Bradley, P., Sheldon, W., Wooster, B., Olsen, P., Boanas, P. Krustup, P. (2009) High intensity running in English FA Premier League soccer matches. *J Sports Sci*, 27(2): 159-168.

Bradley, P.S., Carling, C., Archer, D., Roberts, J., Dodds, A., Di Mascio, M. (2011) The effect of playing formation on high-intensity running and technical profiles in English FA premier league soccer matches. *J Sports Sci*, 29(8): 821–830.

Bradley, P. S., Carling, C., Diaz, A. G., Hood, P., Barnes, C., Ade, J., Boddy, M., Krustup, P., Mohr, M. (2013). Match performance and physical capacity of players in the top three competitive standards of English professional soccer. *Hum Mov Sci*, 32(4): 808-821.

Bradley, P. S., Archer, D. T., Hogg, B., Schuth, G., Bush, M., Carling, C., Barnes, C. (2016). Tier-specific evolution of match performance characteristics in the English Premier League: it's getting tougher at the top. *J Sports Sci*, 34(10): 980-987.

Bradley, P., Ade, J.D. (2018) Are current physical match performance metrics in elite soccer fit for purpose or is the adoption of an integrated approach needed? *Int J Sports Physiol Perform*, 13: 656–664.

Bradley, P., Martín-García, A., Ade, J. Gómez-Díaz, A. (2019) Position specific & positional play training in elite football: Context matters. *Football Medicine & Performance*, 31-35.

Bubbs, M. PEAK: The new science of athletic performance that is revolutionizing sports. Chelsea Green Publishing, VT, USA, 2019: 208-210.

Buchheit, M., Laursen, P. B. (2013) High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part I: cardiopulmonary emphasis. *Sports med*, 43(5): 313-338.

Buchheit, M., Modunotti, M., Stafford, K., Gregson, W., Di Salvo, V. (2018) Match running performance in professional soccer players: effect of match status and goal difference. *Sport Perform Sci Rep*, 1(21): 1–3.

Buchheit, M., Laursen, P.B. (2024) Sports Science 3.0: Integrating technology and AI with foundational knowledge. *Sport Perform Sci Rep*, #231, v1.

Buchheit, M., Harder, K. (2025) Data everywhere, insight nowhere: A practical quadrant based model for monitoring training load vs. response in elite football. *Sport Perform Sci Rep*, (258).

Caprioli, L., Campoli, F., Romagnoli, C., Cariati, I., Edriss, S., Padua, E., Bonaiuto, V., VAnnino, G. (2025) Three reasons for playing the tennis forehand in square Stance. *J Funct Morphol Kinesiol*, 10(2): 215.

Cardinale, M. Key performance indicators. In: French., D.N., Ronda, L.T. (szerk.), *NSCA's Essentials of Sport Science*. Human Kinetics, Inc, Champaign, IL, 2022: 198-231.

Carling, C. (2013) Interpreting physical performance in professional soccer match-play: should we be more pragmatic in our approach? *Sports Med*, 43(8): 655-663.

Carling, C., Dupont, G. (2011) Are declines in physical performance associated with a reduction in skill-related performance during professional soccer match-play? *J Sports Sci*, 29(1): 63-71.

Casamichana, D., Castellano, J., Gómez-Díaz, A., Gabbett, T.J., Martín-García, A. (2019) The most demanding passages of play in football competition: a comparison between halves. *Biol Sport*, 36(3): 233-240.

Castellani, A., D'Aprile, A., Tamorri, S. (2007) *Tennis Training*; Società Stampa Sportiva. Rome, Italy, 19-21.

Castellano, J., Blanco-Villasenor, A., Alvarez, D. (2011) Contextual variables and time motion analysis in soccer. *Int J Sports Med*, 32(6): 415–421.

Cayetano, A. R., Martín, Ó. M., Merchán, F. H., Muñoz, S. P. (2022) Carga interna y externa en el tenis de competición: Comparación de tres tipos de entrenamiento. *Retos Nuevas Tend Educ Física Deporte Recreación*, 44: 534–541.

Chelly, M. S., Hermassi, S., Aouedi, R., Khalifa, R., Van den Tillaar, R., Chamari, K., Shephard, R. J. (2011) Match analysis of elite adolescent team handball players. *J Strength Cond Res*, 25(9): 2410–2417.

Christmass, M. A., Richmond, S. E., Cable, N. T., Arthur, P. G., Hartmann, P. E. (1998) Exercise intensity and metabolic response in singles tennis. *J Sports Sci*, 16(8): 739–747.

Cohen, J. (1992) Statistical power analysis. *Curr Dir Psychol Sci*, 1: 98–101.

Colomar, J., Corbi, F., Brich, Q., Baiget, E. (2022) Determinant physical factors of tennis serve velocity: A brief review. *Int J Sports Physiol Perform*, 17(8): 1159-1169.

Cormack, S.J., Mooney, M.G., Morgan, W., McGuigan, M.R. (2013) Influence of neuromuscular fatigue on accelerometer load in elite Australian football players. *Int J Sports Physiol Perform*, 8(4): 373–378.

Crespo, M., Miley, D. *ITF Advanced Coaches Manual*. ITF Ltd. London, 1998: 26-34.

Crespo, M., Reid, M. Biomechanics and teaching methodology. In: Elliot, B., Reid, M., Crespo, M. (szerk.), *Biomechanics of advanced tennis*. ITF Ltd., London, 2003: 13-30.

Crespo, M., Reid M. *Coaching Beginner and Intermediate Tennis Players*. International Tennis Federation, London, 2009: 10-230.

Cui, Y., Gómez, M. Á., Gonçalves, B., Liu, H., Sampaio, J. (2017) Effects of experience and relative quality in tennis match performance during four Grand Slams. *Int J Perform Anal Sport*, 17(5): 783–801.

Damm, L. (2011) Modulation of tennis players' frictional demand according to surface traction characteristics. *International Society of Biomechanics Congress XXIII*, Brussels.

Davey, P. R., Thorpe, R. D., Williams, C. (2002) Fatigue decreases skilled tennis performance. *J Sports Sci*, 20(4): 311–318.

Dexter, T. (1999) Relationships between sport knowledge, sport performance and academic ability: Empirical evidence from GCSE Physical Education. *J Sports Sci*, 17(4): 283–295.

Dékány, M., Tóth, P. J., Csáki, I., Nemes, G., Salamon, A., Ökrös, C. (2025) The evolution of time dimensions based on match analyses of male and female tennis players under 10 years of age. *Int J Sports Sci Coach*, 0(0).

Di Mascio, M., Bradley, P. S. (2013) Evaluation of the most intense high-intensity running period in English FA Premier League soccer matches. *J Strength Cond Res*, 27(4): 909–915.

Di Salvo, V., Gregson, W., Atkinson, G., Tordoff, P., Drust, B. (2009) Analysis of high intensity activity in Premier League soccer. *Int J Sports Med*, 30(3): 205–212.

Di Salvo, V., Pigozzi, F., Gonzalez-Haro, C., Laughlin, M. S., De Witt, J. K. (2013) Match performance comparison in top English soccer leagues. *Int J Sports Med*, 34(6): 526–532.

Ding, C., Soh, K. G., Sun, H., Roslan, S., Cao, S., Zhao, Y. (2024) Does mental fatigue affect performance in racket sports? A systematic review. *BMC Sports Sci Med Rehabil*, 16(1): 179.

Dishman, R. K., Patton, R. W., Smith, J., Weinberg, R., Jackson, A. (1987) Using perceived exertion to prescribe and monitor exercise training heart rate. *Int J Sports Med*, 8(3): 208–213.

Dobos, K. (2011) A modern tenisz lábmunkája. *Magyar Sporttudományi Szemle*, 12(1): 26–31.

Dobos, K. (2013) Gondolatok a modern tenisz néhány teljesítmény-meghatározó tényezőjéről. *Magyar Sporttudományi Szemle*, 14(1): 19–24.

Dobos, K. (2018) Tenisz-specifikus motoros tesztek áttekintése. *Testnevelés Sport Tudomány*, 3(3–4): 19–29.

Dobos, K. Korosztályos teniszezők teljesítményének összetevői. *Doktori értekezés, Magyar Testnevelési és Sporttudományi Egyetem, Budapest, 2023: 28-29.*

Dobos, K., Nagykáldi, Cs. (2017) The relationship between distance of overhead ball throw and maximum ball speed of serve in elite junior tennis players. *ITF Coach Sport Sci Rev*, 25(73): 22–23.

Dobos, K., Novak, D., Barbaros, P. (2021) Neuromuscular fitness is associated with success in sport for elite female, but not male tennis players. *Int J Environ Res Public Health*, 18(12): 6512.

Dobos, K., Tóth, P. J. (2021) Within-session reliability and validity of overhand ball throw test to evaluate power ability in junior tennis players. *Studia Educ Artis Gymnast*, 66(3): 21–32.

Dobos, K., Novak, D., Tóth, J. P., Ökrös, C. (2024) Rate of force development during a handgrip task is correlated with the post-Impact ball speed of the flat serve. *Sports*, 12(11): 292.

Docherty, D. (1982) A comparison of heart rate responses in racquet games. *Br J Sports Med*, 16: 96–100.

Duffield, R., Bird, S. P., Ballard, R. J. (2011) Field-based pre-cooling for on-court tennis conditioning training in the heat. *J Sports Sci Med*, 10(2): 376.

Dwyer, D. B., Gabbett, T. J. (2012) Global positioning system data analysis: velocity ranges and a new definition of sprinting for field sport athletes. *J Strength Cond Res*, 26(3): 818–824.

Elliott, B. The development of racquet speed. In: Elliott, B., Reid, M., Crespo, M. (szerk.), *Biomechanics of advanced tennis*. International Tennis Federation, London, 2003: 33-70.

Elliott, B. C., Dawson, B., Pyke, F. (1985) The energetics of single tennis. *J Hum Mov Stud*, 11: 11–20.

Elliott, B. C., Marshall, R. N., Noffal, G. J. (1995) Contributions of upper limbs segment rotations during the power serve in tennis. *J Appl Biomech*, 11: 433–442.

Fereday, K., Hills, S. P., Russell, M., Smith, J., Cunningham, D. J., Shearer, D., McNarry, M., Kilduff, L. P. (2020) A comparison of rolling averages versus discrete time epochs for assessing the worst-case scenario locomotor demands of professional soccer match-play. *J Sci Med Sport*, 23(8): 764–769.

Fernandez, J., Fernandez-Garcia, B., Mendez-Villanueva, A. Activity patterns, lactate profiles and ratings of perceived exertion (RPE) during a professional tennis singles tournament. In: Crespo, M., McInerney, P., Miley, D. (szerk.), *Quality coaching for the future*. 14th ITF worldwide coaches workshop. ITF, London, 2005: 10-12.

Fernandez, J., Mendez-Villanueva, A., Pluim, B. M. (2006) Intensity of tennis match play. *Br J Sports Med*, 40(5): 387–391.

Fernandez-Fernandez, J., Mendez-Villanueva, A., Fernandez-Garcia, B., Terrados, N. (2007) Match activity and physiological responses during a junior female singles tennis tournament. *Br J Sports Med*, 41: 711–716.

Fernandez-Fernandez, J., Sanz-Rivas, D., Fernandez-Garcia, B., Mendez-Villanueva, A. (2008) Match activity and physiological load during a clay-court tennis tournament in elite female players. *J Sports Sci*, 26(14): 1589–1595.

Fernandez-Fernandez, J., Sanz-Rivas, D., Mendez-Villanueva, A. (2009a) A review of the activity profile and physiological demands of tennis match play. *Strength Cond J*, 31(4): 15–26.

Fernandez-Fernandez, J., Sanz-Rivas, D., Sánchez-Muñoz, C., Pluim, B. M., Tiemessen, I. J. H., Mendez-Villanueva, A. (2009b) A comparison of the activity profile and physiological demands between advanced and recreational veteran tennis players. *J Strength Cond Res*, 23(2): 604–610.

Fernandez-Fernandez, J., Kinner, V., Ferrauti, A. (2010) The physiological demands of hitting and running in tennis on different surfaces. *J Strength Cond Res*, 24(12): 3255–3264.

Fernandez-Fernandez, J., Ellenbecker, T., Sanz-Rivas, D., Ulbricht, A., Ferrauti, A. (2013) Effects of a 6-week junior tennis conditioning program on service velocity. *J Sports Sci Med*, 12: 232–239.

Fernandez-Fernandez, J., Ulbricht, A., Ferrauti, A. (2014) Fitness testing of tennis players: How valuable is it? *Br J Sports Med*, 48(1): 22–31.

Fernandez-Fernandez, J., Boullosa, D. A., Sanz-Rivas, D., Abreu, L., Filaire, E., Mendez-Villanueva, A. (2015) Psychophysiological stress responses during training and competition in young female competitive tennis players. *Int J Sports Med*, 36(01): 22-28.

Fernandez-Fernandez, J., Sanz, D., Sarabia, J. M., Moya, M. (2017) The effects of sport-specific drills training or high-intensity interval training in young tennis players. *Int J Sports Physiol Perform*, 12(1): 90–98.

Fernández-García, A., Torres-Luque, G. (2018) Intelligent devices for tennis rackets. *ITF Coach Sport Sci Rev*, 26: 5–7.

Ferrauti, A., Bergeron, M. F., Pluim, B. M., Weber, K. (2001) Physiological responses in tennis and running with similar oxygen uptake. *Eur J Appl Physiol*, 85(1): 27–33.

Ferrauti, A., Weber, K., Wright, P. R. Endurance: basic, semi-specific and specific. In: Reid, M., Quinn, A., Crespo, M. (szerk.), *Strength and conditioning for tennis*. ITF, London, 2003: 93-111.

Fett, J., Ulbricht, A., Ferrauti, A. (2020) Impact of physical performance and anthropometric characteristics on serve velocity in elite junior tennis players. *J Strength Cond Res*, 34: 192–202.

Filipic, A., Pisk, L., Filipic, T. (2010) Relationship between the results of selected motor tests and competitive successfulness in tennis for different age categories. *Kinesiology*, 42(2): 175–183.

Finn, J., Axtell, J., Kemler, D., Stofan, J. (1993) Profile of mood states among senior tennis players. *USTA Nat Conf Sports Med Sci Tennis*, Tampa, 1703–1708.

Fitzpatrick, A., Stone, J. A., Choppin, S., Kelley, J. (2021) Investigating the most important aspect of elite grass court tennis: Short points. *Int J Sports Sci Coach*, 16: 1178–1186.

Fleisig, G., Nicholls, R., Elliott, B., Escamilla, R. (2003) Tennis: Kinematics used by world class tennis players to produce high-velocity serves. *Sports Biomech*, 2: 51–64.

Gabbett, T. J. (2016) The training-injury prevention paradox: should athletes be training smarter and harder? *Br J Sports Med*, 50: 273–280.

Galé-Ansodi, C., Castellano, J., Usabiaga, O. (2016) Effects of different surfaces in time-motion characteristics in youth elite tennis players. *Int J Perform Anal Sport*, 16(3): 860–870.

Galé-Ansodi, C., Castellano, J., Usabiaga, O. (2017a) Physical profile of young tennis players in the tennis match-play using global positioning systems. *J Phys Educ Sport*, 17(2): 826–832.

Galé-Ansodi, C., Castellano, J., Usabiaga, O. (2017b) More acceleration and less speed to assess physical demands in female young tennis players. *Int J Perform Anal Sport*, 17: 1–13.

Galé-Ansodi, C., Castellano, J., Usabiaga, O. (2018) Differences between running activity in tennis training and match-play. *Int J Perform Anal Sport*, 18(5): 855–867.

Galé-Ansodi, C., Castellano, J., Usabiaga, O. (2019) A new approach to assess the physical demands of young tennis players: inertial movement analysis. Preliminary data. *Ann Rev Res*, 5(2): 60–63.

Giménez-Egido, J.M., Ortega, E., Verdu-Conesa, I., Cejudo, A., Torres-Luque, G. (2020) Using smart sensors to monitor physical activity and technical-tactical actions in junior tennis players. *Int J Environ Res Public Health*, 17: 1068.

Gillet, E., Leroy, D., Thouwarecq, R., Stein, J. F. (2009) A notational analysis of elite tennis serve and serve-return strategies on slow surface. *J Strength Cond Res*, 23: 532–539.

Girard, O., Millet, G. P. Effects of the ground surface on the physiological and technical responses in young tennis players. In: Reilly, T., Hughes, M., Lees, A. (szerk.), Science and racket sports III. E & F N Spon, London, 2004: 43-48.

Girard, O., Millet, G. (2009) Physical determinants of tennis performance in competitive teenage players. *J Strength Cond Res*, 23: 1867–1872.

Girard, O., Chevalier, R., Leveque, F., Micallef, J. P., Millet, G. P. (2006) Specific incremental field test for aerobic fitness in tennis. *Br J Sports Med*, 40(9): 791–796.

Gomes, R. V., Coutts, A. J., Viveiros, L., Aoki, M. S. (2011) Physiological demands of match-play in elite tennis: A case study. *Eur J Sport Sci*, 11(2): 105–109.

Gray, A. J., Jenkins, D. G. (2010) Match analysis and the physiological demands of Australian football. *Sports Med*, 40(4): 347–360.

Groppel, J., DiNubile, N. (2009) Tennis: For the health of it! *Physician Sportsmed*, 37(2): 40–50.

Halmos, I. *Tenisz. Pápaszem Antikvárium Bt.*, Budapest, 1983: 34-36.

Halmos, I. *Tenisz. P&L*, Budapest, 1992: 25–27.

Harris, D. J., Vine, S. J., Eysenck, M. W., & Wilson, M. R. (2021) Psychological pressure and compounded errors during elite-level tennis. *Psychol Sport Exerc*, 56: 101987.

Hattler, J., Parkes, J., Eisenmann, J. C. (2022) Application of the anaerobic speed reserve to game style in junior tennis players: A preliminary report. *Sports Perform Sci Rep*, 1: 179.

- Higham, D. G., Pyne, D. B., Anson, J. M., Hopkins, W. G., Anthony, E. (2016) Comparison of activity profiles and physiological demands between international rugby sevens matches and training. *J Strength Cond Res*, 30(5): 1287–1294.
- Hizan, H., Whipp, P., Reid, M. (2015) Gender differences in the spatial distributions of the tennis serve. *Int J Sports Sci Coach*, 10: 87–96.
- Hoppe, M. W., Baumgart, C., Bornefeld, J., Sperlich, B., Freiwald, J., Holmberg, H. C. (2014) Running activity profile of adolescent tennis players during match play. *Pediatr Exerc Sci*, 26(3): 281–290.
- Hoppe, M. W., Slomka, M., Baumgart, C., Weber, H., Freiwald, J. (2015) Match running performance and success across a season in German Bundesliga soccer teams. *Int J Sports Med*, 36(7): 563–566.
- Hoppe, M. W., Baumgart, C., Freiwald, J. (2016) Do running activities of adolescent and adult tennis players differ during play? *Int J Sports Physiol Perform*, 11(6): 793–801.
- Hoppe, M. W., Baumgart, C., Stückradt, A., Hoffmann, N., Engelhardt, M., Freiwald, J., Grim, C. (2019) Effects of playing strategies on match activities and physiological responses in well-trained female tennis players derived by an alternative statistical approach. *Sports Orthop Traumatol*, 35(1): 31–39.
- Hoppe, M. W., Hotfiel, T., Stückradt, A., Grim, C., Ueberschär, O., Freiwald, J., Baumgart, C. (2020) Effects of passive, active, and mixed playing strategies on external and internal loads in female tennis players. *PLoS One*, 15(9): e0239463.
- Hornery, D., Farrow, D., Mujika, I., Young, W. (2007) An integrated physiological and performance profile of professional tennis. *Br J Sports Med*, 41: 531–536.
- International Tennis Federation (ITF). Coaches manual. ITF Ltd, London, 1991: 78-80.

International Tennis Federation (ITF). Rules of tennis, ITF Ltd, London, 2016: 14-20.

Janák, O., Zhánel, J. (2019) Analysis of the game characteristics of the final juniors (female) match U14 at World Junior Tennis Finals in 2017 (case study). *Stud Sport*, 13: 40–48.

Jiménez-Reyes, P., Morin, J. B. (2022) Speed and acceleration training. In: Turner, A., Comfort, P. (szerk.), *Advanced Strength and Conditioning*. Routledge, London, 2022: 363-378.

Ju, W. The contextualisation of match running performance in elite football [dissertation]. Liverpool John Moores University, Liverpool, 2022: 54-56.

Ju, W., Doran, D., Hawkins, R., Evans, M., Laws, A., Bradley, P. (2023) Contextualised high intensity running profiles of elite football players with reference to general and specialised tactical roles. *Biol Sport*, 40(1): 291–301.

Kádár, L., Géczi, G., Bognár, J., Csáki, I. (2023) Movement analysis of match play in U16–U21 youth Hungarian soccer players – the influence of age, position, and contextual variables. *Int J Perform Anal Sport*, 23(3): 213–231.

Keaney, E.M., Reid, M. (2018) Quantifying hitting activity in tennis with racket sensors: New dawn or false dawn? *Sports Biomech*, 1: 1–9.

Kilit, B., Arslan, E., Soyulu, Y. (2016) Time-motion characteristics, notational analysis and physiological demands of tennis match play: A review. *Acta Kinesiologica*, 12(2): 5–12.

Kilit, B., Arslan, E. (2017) Physiological responses and time-motion characteristics of young tennis players: comparison of serve vs. return games and winners vs. losers matches. *Int J Perform Anal Sport*, 17(5): 684–694.

Klaus, A., Bradshaw, R., Young, W., O'Brien, B., Zois, J. (2017) Success in national level junior tennis: Tactical perspectives. *Int J Sports Sci Coach*, 12: 618–622.

Knudson, D., Bahamonde, R. (1999) Trunk and racquet kinematics at impact in the open and square stance tennis forehand. *Biol Sport*, 16(1): 3–10.

Kovacs, M. S. (2004) A comparison of work/rest intervals in men's professional tennis. *Med Sci Tennis*, 9: 10–11.

Kovacs, M. S. (2006) Applied physiology of tennis performance. *Br J Sports Med*, 40(5): 381–386.

Kovacs, M. S. (2007) Tennis physiology: training the competitive athlete. *Sports Med*, 37: 189–198.

Kovacs, M. S. (2009) Movement for tennis: The importance of lateral training. *Strength Cond J*, 31(4): 77–85.

Kovacs, M. S., Strecker, E., Chandler, W. B., Smith, J.W., Pascoe, D.D. (2004) Time analysis of work/rest intervals in men's collegiate tennis [abstract]. *J Strength Cond Res*, 18: e364.

Kovacs, M.S., Roetert, E.P., Ellenbecker, T.S. (2008) Efficient deceleration: The forgotten factor in tennis-specific training. *Strength Cond J*, 30(6): 58-69.

Kovacs, M. S., Ellenbecker, T. S. (2011) A performance evaluation of the tennis serve: Implications for strength, speed, power, and flexibility training. *Strength Cond J*, 33: 22–30.

Kovalchik, S. A., Reid, M. (2017) Comparing matchplay characteristics and physical demands of junior and professional tennis athletes in the era of big data. *J Sports Sci Med*, 16(4): 489–497.

König, D., Huonker, M., Schmid, A., Halle, M., Berg, A., Keul, J. (2001) Cardiovascular, metabolic, and hormonal parameters in professional tennis players. *Med Sci Sports Exerc*, 33(4): 654–658.

Kramer, T., Huijgen, B., Elferink-Gemser, M. T., Visscher, C. (2016) A longitudinal study of physical fitness in elite junior tennis players. *Pediatr Exerc Sci*, 28: 553–564.

Kramer, T., Huijgen, B., Elferink-Gemser, M. T., Visscher, C. (2017) Prediction of tennis performance in junior elite tennis players. *J Sports Sci Med*, 16: 14–21.

Lago, C., Casais, L., Dominguez, E., Sampaio, J. (2010) The effects of situational variables on distance covered at various speeds in elite soccer. *Eur J Sport Sci*, 10(2): 103–109.

Luteberget, L. S., Trollerud, H. P., Spencer, M. (2018) Physical demands of game based training drills in women's team handball. *J Sports Sci*, 36(5): 592–598.

Manchado, C., Pers, J., Navarro, F., Han, A., Sung, E., Platen, P. (2013) Time motion analysis in women's team handball: Importance of aerobic performance. *J Hum Sport Exerc*, 8(2): 376–390.

Martínez, A. (2002) Tactics for advanced clay court tennis. *ITF Coach Sport Sci Rev*, 10(27): 9–11.

Martínez-Gallego, R., Guzmán Luján, J. F., James, N., Pers, J., Ramón-Llin, J., Vuckovic, G. (2013) Movement characteristics of elite tennis players on hard courts with respect to the direction of ground strokes. *J Sports Sci Med*, 12: 275–281.

Martín-García, A., Casamichana, D., Gómez-Díaz, A., Cos, F., Gabbett, T. J. (2018) Positional differences in the most demanding passages of play in football competition. *J Sports Sci Med*, 17(4): 563–570.

Martín-García, A., Castellano, J., Gómez-Díaz, A., Cos, F., Casamichana, D. (2019) Positional demands for various-sided games with goalkeepers according to the most demanding passages of match play in football. *Biol Sport*, 36(2): 171–180.

McCarthy-Davey, P. R. Fatigue, carbohydrate supplementation and skilled tennis performance. In: Haake, S., Coe, A. O. (szerk.), *Tennis science and technology*. Blackwell, Oxford, 2000: 333-340.

Mendez-Villanueva, A., Fernandez-Fernandez, J., Bishop, D., Fernandez-Garcia, B., Terrados, N. (2007) Activity patterns, blood lactate concentrations and ratings of perceived exertion during a professional singles tennis tournament. *Br J Sports Med*, 41(5): 296–300.

Mendez-Villanueva, A., Fernandez-Fernandez, J., Bishop, D., Fernandez-Garcia, B. (2010) Ratings of perceived exertion–lactate association during actual singles tennis match play. *J Strength Cond Res*, 24: 165–170.

Michalsik, L. B., Madsen, K., Aagaard, P. (2014) Match performance and physiological capacity of female elite team handball players. *Int J Sports Med*, 35(7): 595–607.

Miller, S. (2006) Modern tennis rackets, balls, and surfaces. *Br J Sports Med*, 40: 401–405.

Miralles, R., Martínez-Gallego, R., Guzmán, J., Ramón-Llin, J. (2025) Movement patterns and player load: Insights from professional padel. *Biol Sport*, 42(1): 163–169.

Modric, T., Versic, S., Sekulic, D. (2020) Position specific running performances in professional football (soccer): Influence of different tactical formations. *Sports*, 8(12): 161.

Mohr, M., Krustup, P., Bangsbo, J. (2003) Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *J Sports Sci*, 21(7): 519–528.

Morin, J.B., Samozino, P. (2016) Interpreting power-force-velocity profiles for individualized and specific training. *Int J Sports Physiol Perform*, 11(2): 267-272.

Muhamad, T. A., Golestani, F., Abd Razak, M. R. (2016) Comparison of open and closed stance forehand strokes among intermediate tennis players. *Int J Kinesiol Sports Sci*, 4: 26–32.

Murias, J. M., Lanatta, D., Arcuri, C. R., Laiño, F. A. (2007) Metabolic and functional responses playing tennis on different surfaces. *J Strength Cond Res*, 21(1): 112–117.

Murphy, A. P., Duffield, R., Kellett, A., Reid, M. (2014) A descriptive analysis of internal and external loads for elite-level tennis drills. *Int J Sports Physiol Perform*, 9: 863–870.

Murphy, A., Duffield, R., Kellett, A., Reid, M. (2015) The relationship of training load to physical capacity changes during international tours in high-performance junior tennis players. *Int J Sports Physiol Perform*, 10(2): 253–260.

Murphy, A. P., Duffield, R., Kellett, A., Reid, M. (2016) A comparison of the perceptual and technical demands of tennis training, simulated match play, and competitive tournaments. *Int J Sports Physiol Perform*, 11: 40–47.

Nedelec, M., McCall, A., Carling, C., Segall, F., Berthoin, S., Dupont, G. (2014) The influence of soccer playing actions on the recovery kinetics after a soccer match. *J Strength Cond Res*, 28(6): 1517–1523.

Nicolella, D. P., Torres-Ronda, L., Saylor, K. J., Schelling, X. (2018) Validity and reliability of an accelerometer-based player tracking device. *PloS one*, 13(2): e0191823.

Novas, A. M. P., Rowbottom, D. G., Jenkins, D. G. (2003) A practical method of estimating energy expenditure during tennis play. *J Sci Med Sport*, 6(1): 40-50.

O'Donoghue, P. D., Liddle, S. D. A notational analysis of time factors of elite men's and ladies' singles tennis on clay and grass surfaces. In: Lees, A., Maynard, I., Hughes, M., Reilly, T. (szerk.), Science and racket sports II. E & FN Spon, London, 1998: 241-246.

O'Donoghue, P., Ingram, B. (2001) A notational analysis of elite tennis strategy. *J Sports Sci*, 19: 107–115.

Oliva-Lozano, J. M., Martínez-Puertas, H., Fortes, V., López-Del Campo, R., Resta, R., Muyor, J. M. (2023) Is there any relationship between match running, technical-tactical performance, and team success in professional soccer? A longitudinal study in the first and second divisions of LaLiga. *Biol Sport*, 40(2): 587–594.

Over, S., O'Donoghue, P. (2008) What's the point – tennis analysis and why. *ITF Coach Sport Sci Rev*, 15(45): 19–21.

Owen, A. L., Wong, D. P., Dunlop, G., Groussard, C., Keksi, W., Dellal, A., Morgans, R., Zouhal, H. (2016) High-intensity training and salivary immunoglobulin A responses in professional top-level soccer players: Effect of training intensity. *J Strength Cond Res*, 30: 2460–2469.

Palmer, K., Jones, D., Morgan, C., Zeppieri, G. (2018) Relationship between range of motion, strength, motor control, power, and the tennis serve in competitive-level tennis players: A pilot study. *Sports Health*, 10: 462–467.

Parkes, J., Hettler, J., Eisenmann, J. C. (2022) Application of the anaerobic speed reserve to game style in junior tennis players: A preliminary report. *Sports Perform Sci Rep*, 1(179).

Pereira, L. A., Freitas, V., Moura, F. A., Aoki, M. S., Loturco, I., Nakamura, F. Y. (2016) The activity profile of young tennis athletes playing on clay and hard courts: Preliminary data. *J Hum Kinet*, 50(1): 211–218.

Pereira, L. A., Freitas, V., Moura, F. A., Urso, R. P., Loturco, I., Nakamura, F. Y. (2017a) Match analysis and physical performance of high-level young tennis players in simulated matches: A pilot study. *J Athl Enhanc*, (4): 1–7.

Pereira, T. J. C., Nakamura, F. Y., de Jesus, M. T., Vieira, C. L. R., Misuta, M. S., de Barros, R. M. L., Moura, F. A. (2017b) Analysis of the distances covered and technical actions performed by professional tennis players during official matches. *J Sports Sci*, 35(4): 361–368.

Perri, T., Reid, M., Murphy, A., Howle, K., Duffield, R. (2022) Validating an algorithm from a trunk-mounted wearable sensor for detecting stroke events in tennis. *J Sports Sci*, 40(10): 1168–1174.

Perri, T., Reid, M., Murphy, A., Howle, K., Duffield, R. (2023) Determining stroke and movement profiles in competitive tennis match-play from wearable sensor accelerometry. *J Strength Cond Res*, 37(6): 1271–1276.

Perri, T., Reid, M., Murphy, A., Duffield, R. (2024) Tennis serve volume, distribution and accelerometer load during training and tournaments from wearable microtechnology. *Int J Perform Anal Sport*, 24(4): 285–297.

Pieper, S., Exler, T., Weber, K. (2007) Running speed loads on clay and hard courts in world class tennis. *Med Sci Tennis*, 12(2): 14–17.

Pluim, B. M., Staal, J. B., Marks, B. L., Miller, S., Miley, D. (2007) Health benefits of tennis. *Br J Sports Med*, 41(11): 760–768.

Pokharel, S., Zhu, Y. (2021) Data visualization and analysis of playing styles in tennis. *Electron Imaging*, 33: 1–8.

Ponzano, M. Gollin, M. (2017) Movement analysis and metabolic profile of tennis match play: comparison between hard courts and clay courts. *Int J Perform Anal Sport*, 17(3): 220-231.

Pozsonyi, Zs., Schandl, G. Pliometrikus edzés a kézilabdázásban – híd a konditerem és a pálya között. In: Marczinka, Z., Pozsonyi, Zs., Schuth, G. (szerk.), *Erőnléti edzés a kézilabdázásban*. 1st edition. Kék Európa Stúdió, Budapest, 2019: 322-345.

Prieto-Lage, I., Paramés-González, A., Torres-Santos, D., Argibay-González, J. C., Reguera-López-de-la-Osa, X., Gutiérrez-Santiago, A. (2023) Match analysis and probability of winning a point in elite men's singles tennis. *PLoS One*, 18: e0286076.

Prieto-Lage, I., Crespo, M., Martínez-Gallego, R., Reguera-López-de-la-Osa, X., Silva-Pinto, A. J., Gutiérrez-Santiago, A. (2025) First-serve advantage and emerging tactical limitations in elite U-14 boys' tennis: A Les Petits as case study. *Appl Sci*, 15(10): 5341.

Rago, V., Brito, J., Figueiredo, P., Krstrup, P., Rebelo, A. (2019) Relationship between external load and perceptual responses to training in professional football: Effects of quantification method. *Sports*, 7: 68.

Rampinini, E., Coutts, A. J., Castagna, C., Sassi, R., Impellizzeri, F. M. (2007) Variation in top level soccer match performance. *Int J Sports Med*, 28(12): 1018–1024.

Rampinini, E., Impellizzeri, F. M., Castagna, C., Coutts, A. J., Wisløff, U. (2009) Technical performance during soccer matches of the Italian Serie A league: Effect of fatigue and competitive level. *J Sci Med Sport*, 12(1): 227–233.

Rampinini, E., Alberti, G., Fiorenza, M., Riggio, M., Sassi, R., Borges, T.O., Coutts, A.J. (2015) Accuracy of GPS devices for measuring high-intensity running in field-based team sports. *Int J Sports Med*, 36(1): 49–53.

- Redwood-Brown, A., O'Donoghue, P., Robinson, G., Neilson, P. (2012) The effect of score-line on work-rate in English FA Premier League soccer. *Int J Perform Anal Sport*, 12(2): 258–271.
- Reid, M., Crespo, M., Lay, B., Berry, J. (2007) Skill acquisition in tennis: Research and current practice. *J Sci Med Sport*, 10(1): 1–10.
- Reid, M., Morgan, S., Whiteside, D. (2016) Matchplay characteristics of Grand Slam tennis: Implications for training and conditioning. *J Sports Sci*, 34: 1791–1798.
- Reilly, T., Palmer, J. Investigation of exercise intensity in male singles lawn tennis. In: Reilly, T., Hughes, M., Lees, A. (szerk.), *Science and racket sports*. E & FN Spon, London, 1994: 10-13.
- Riboli, A., Semeria, M., Coratella, G., Esposito, F. (2021) Effect of formation, ball in play and ball possession on peak demands in elite soccer. *Biol Sport*, 38(2): 195–205.
- Rodríguez Campos, M., Martínez-Gallego, R. (2024) Analysis of serve and first shot sequences in U-12 and U-14 tennis players. *ITF Coach Sport Sci Rev*, 32: 49–55.
- Roetert, P., Ellenbecker, T. S., Chu, D. Movement mechanics. In: Reid, M., Quinn, A., Crespo, M. (szerk.), *Strength and conditioning for tennis*. International Tennis Federation, London, 2003: 165-173.
- Roetert, E. P., Ellenbecker, T. Complete conditioning for tennis (2nd ed.). *Human Kinetics*, Champaign, 2007: 120-134.
- Roetert, P. E., Reid, M., Ellenbecker, T. (2009) Biomechanics of the tennis serve: Implications for strength training. *Strength Cond J*, 31: 35–40.
- Roetert, E. P., Kovacs, M. *Tennis anatomy*. *Human Kinetics*, Champaign, 2019: 50-51.

- Sandford, G. N., Allen, S. V., Kilding, A. E., Ross, A., Laursen, P. B. (2019) Anaerobic speed reserve: A key component of elite male 800-m running. *Int J Sports Physiol Perform*, 14: 501–508.
- Sanz, D., Terroba, A. (2012) New technologies applied to tactical analysis in tennis. *Coach Sport Sci Rev*, 56: 22–24.
- Saviano, N. (2000) Dispelling technical myths: The split step and racet preparation. *High Perform Coach*, 2: 5–8.
- Scherr, J., Wolfarth, B., Christle, J. W., Pressler, A., Wagenpfeil, S., Halle, M. (2013) Associations between Borg’s rating of perceived exertion and physiological measures of exercise intensity. *Eur J Appl Physiol*, 113: 147–155.
- Schuth, G., Carr, G., Barnes, C., Carling, C., Bradley, P. S. (2016) Positional interchanges influence the physical and technical match performance variables of elite soccer players. *J Sports Sci*, 34(6): 501–508.
- Schuth, G., Marczinka, Z., Ökrös, Cs. A kézilabdázás mozgásanyaga, a kézilabdajáték kvantitatív és kvalitatív elemzése. In: Marczinka, Z., Pozsonyi, Zs., Schuth, G. (szerk.), *Erőnléti edzés a kézilabdázásban*. Kék Európa Stúdió, Budapest, 2019: 16-49.
- Scott, D., Haigh, J., Lovell, R. (2020) Physical characteristics and match performances in women’s international versus domestic-level football players: A 2-year, league-wide study. *Sci Med Football*, 4(3): 211–215.
- Sheppard, J. M., Young, W. B. (2006) Agility literature review: Classifications, training and testing. *J Sports Sci*, 24: 919–932.
- Smekal, G., von Duvillard, S. P., Rihacek, C., Pokan, R., Hofmann, P., Baron, R. (2001) A physiological profile of tennis match play. *Med Sci Sports Exerc*, 33(6): 999–1005.

Spiriduso, W. W., Clifford, P. (1978) Replications of age and physical activity effects on reaction and movement time. *J Gerontol*, 33: 26–30.

Starbuck, C., Stiles, V., Urà, D., Carré, M., Dixon, S. (2017) Biomechanical responses to changes in friction on a clay court surface. *J Sci Med Sport*, 20: 120–125.

Tatsuo, M., Takeo, N., Masahiro, O., Yoshimori, K., Toshiyasu, N., Hideo, M., Yoshiaki, T. (2005) Quick movement in tennis footwork: Effectiveness of the split step. *Jpn Soc Orthop Biomech*, 363–367.

Tiley, C. (2002) A winning game play for all-court players. *ITF Coach Sport Sci Rev*, 10(27): 7–9.

Tocco, F., Sanna, I., Mulliri, G., Magnani, S., Todde, F., Mura, R., Ghiani, G., Concu, A., Melis, F., Crisafulli, A. (2015) Heart rate unreliability during interval training recovery in middle distance runners. *J Sports Sci Med*, 14(2): 466.

Torres-Luque, G., Cabello-Manrique, D., Hernández-García, R., Garatachea, N. (2011) An analysis of competition in young tennis players. *Eur J Sport Sci*, 11(1): 39–43.

Tóth, P. J. A mozgás mechanikai teljesítmény és az ütések hatékonysága közötti kapcsolat vizsgálata fiatal teniszezőknél. Diplomadolgozat, Testnevelési Egyetem, Budapest, 2021: 10-11.

Tóth, P. J., Sáfár, S., Dobos, K., Horváth, D., Győri, T., Ökrös, C. (2021a) Investigation of the relationship between high-intensity micromovements and impact accuracy using the ‘PlayerLoad’ and ‘IMA’ mechanical indicators in junior tennis players. *Phys Educ Sport Sci*, 6: 14–22.

Tóth, P. J., Dobos, K., Győri, T., Horváth, D., Sáfár, S. (2021b) Korosztályos teniszezők irányváltatással való futásgyorsaságának és az ehhez kapcsolódó fizikai képességeknek a fejlesztése pliometrikus edzésmódszerrel. Magyar Sporttudományi Szemle, 22(4 (92)), 51–58.

Tóth, P. J., Dobos, K., Horváth, D., Győri, T., Sáfár, S., Havanecz, K., Ökrös, C. (2022a) Az antropometriai jellemzők hatása az adogatás sebességre és pontosságra professzionális férfi teniszezőknél – Pilot study. In: 51. Mozcásbiológiai Konferencia: Program és előadás-kivonatok, 13-14.

Tóth, P. J., Győri, T., Sáfár, S., Havanecz, K., Horváth, D., Ökrös, C. (2022b) Különbözö játékstílussal rendelkező teniszezők mérkőzésstatisztikáinak elemzése a 2022-es ausztrál nyílt teniszbajnokság férfi döntősein keresztül. In: Tavaszí Szél 2022 / Spring Wind 2022 Tanulmánykötet III, 236–246.

Tóth, P. J., Horváth, D., Dobos, K., Győri, T., Négyesi, J., Ökrös, C. (2023) Differences between time-motion characteristics and serving velocity in winning and losing matches of elite male tennis players - A pilot study. In: Book of Abstracts of the 28th Annual Congress of the European College of Sport Science. 600.

Tóth, P. J., Trzaskoma-Bicsérdy, G., Trzaskoma, Ł., Négyesi, J., Dobos, K., Havanecz, K., Ökrös, C. (2025a) Comparison of external and internal training loads in elite junior male tennis players during offensive vs. defensive strategy conditions: A pilot study. Sports, 13(4): 101.

Tóth, P. J., Csáki, I., Négyesi, J., Dobos, K., Havanecz, K., Sáfár, S., Ökrös, C. (2025b) External training load and rating of perceived exertion comparison between different playing styles and winning vs. losing matches in elite tennis. Frontiers in Sports and Active Living, 7, 1613661.

Turner, A., Crespo, M., Reid, M., Miley, D. (2002) The games for understanding (GFU) teaching approach in tennis. *ITF Coach Sport Sci Rev*, 10(26): 2–4.

Ulbricht, A., Fernandez-Fernandez, J., Ferrauti, A. (2013) Conception for fitness testing and individualized training program in the German Tennis Federation. *Sports Orthop Traumatol*, 29(3): 180–192.

Ulbricht, A., Fernandez-Fernandez, J., Mendez-Villanueva, A., Ferrauti, A. (2016) Impact of fitness characteristics on tennis performance in elite junior tennis players. *J Strength Cond Res*, 30: 989–998.

Uzu, R., Shinga, M., Oda, S. (2009) A split-step shortens the time to perform a choice reaction step-and-reach movement in a simulated tennis task. *J Sports Sci*, 27(12): 1233–1240.

Vacek, J., Vagner, M., Cleather, D. J., Stastny, P. (2023) A systematic review of spatial differences of the ball impact within the serve type at professional and junior tennis players. *Appl Sci*, 13: 3586.

Varley, M. C., Aughey, R. J. (2013) Acceleration profiles in elite Australian soccer. *Int J Sports Med*, 34(1): 34–39.

Verghese, J., Lipton, R. B., Katz, M. J., Hall, C. B., Derby, C. A., Kuslansky, G., Buschke, H. (2003) Leisure activities and the risk of dementia in the elderly. *N Engl J Med*, 348(25): 2508–2516.

Waldzinski, T., Waldzinska, E., Durzynska, A., Niespodzinski, B., Mieszkowski, J., Kochanowicz, A. (2024) One-year developmental changes in motor coordination and tennis skills in 10–12-year-old male and female tennis players. *BMC Sports Sci Med Rehabil*, 16: 190.

Wang, C., Vargas, J. T., Stokes, T., Steele, R., Shrier, I. (2020) Analyzing activity and injury: Lessons learned from the acute: chronic workload ratio. *Sports Med*, 50(7): 1243–1254.

Weaving, D., Marshall, P., Earle, K., Nevill, A., Abt, G. (2014) Combining internal- and external-training-load measures in professional rugby league. *Int J Sports Physiol Perform*, 9(6): 905–912.

Weber, K., Franken, R., Papuschek, U. The behaviour of heart rate and arterial blood lactate during competitive tennis (Das Verhalten von Herzfrequenz und der arteriellen Laktatkonzentration im Leistungstennis). In: *Kölner Beiträge zur Sportwissenschaft*, 7th ed. St. Augustin: Richarz, 1978: 195–208.

Weber, K., Pieper, S., Exler, T. (2007) Characteristics and significance of running speed at the Australian Open 2006 for training and injury prevention. *J Med Sci Tennis*, 12(1): 14–17.

Wik, E. H., Luteberget, L. S., Spencer, M. (2017) Activity profiles in international women's team handball using PlayerLoad. *Int J Sports Physiol Perform*, 12(7): 934–942.

Wingo, J. E., Ganio, M. S., Cureton, K. J. (2012) Cardiovascular drift during heat stress: Implications for exercise prescription. *Exerc Sport Sci Rev*, 40(2): 88–94.

Young, W., Farrow, D. (2006) A review of agility: Practical applications for strength and conditioning. *Strength Cond J*, 28: 24–29.

INTERNETES HIVATKOZÁSOK

ATP. (2024) <https://www.atptour.com/en/news/atp-approves-in-competition-wearables-2024> Letöltési dátum: 2025. szeptember 12.

Braingametennis.(2024) <https://braingametennis.com/us-open-mens-quarter-finals-rally-length-analysis/> Letöltési dátum: 2025. július 25.

Cleveland Clinic (2023). <https://health.clevelandclinic.org/is-pickleball-good-exercise> Letöltési dátum: 2025. szeptember 11.

ITF. (2024) <https://www.itftennis.com/en/news-and-media/articles/itf-global-tennis-report-participation-hits-106-million-in-five-years/> Letöltési dátum: 2025. március 13.

ITF. (2025) <https://www.itftennis.com/media/7221/2025-rules-of-tennis-english.pdf> Letöltési dátum: 2025. augusztus 20.

11. SAJÁT PUBLIKÁCIÓK JEGYZÉKE

A disszertációhoz kapcsolódó közlemények:

Tóth, P. J., Dobos, K., Győri, T., Horváth, D., Sáfár, S. (2021) Korosztályos teniszesezők irányváltoztatással való futásgyorsaságának és az ehhez kapcsolódó fizikai képességeeknek a fejlesztése pliometrikus edzsmódszerrel. Magyar Sporttudományi Szemle, 22(4 (92)), 51–58.

Tóth, P. J., Sáfár, S., Dobos, K., Horváth, D., Győri, T., Ökrös, C. (2021) A magas intenzitású mikromozgások és az ütéspontosság közötti kapcsolat vizsgálata a 'PlayerLoad' és 'IMA' mechanikai mutatók segítségével korosztályos teniszesezőknél. Testnevelés, Sport, Tudomány, 6(3–4), 14–22.

Dobos, K., **Tóth, P.**, Ökrös, C. (2022) Relationship between serve speed and performance of different motor test results. Magyar Sporttudományi Szemle, 23(6 (100)), 19–26.

Dobos, K., Novak, D., **Tóth, J. P.**, Ökrös, C. (2024) Rate of force development during a handgrip task is correlated with the post-impact ball speed of the flat serve. Sports, 12(11), 292.

Tóth, P. J., Trzaskoma-Bicsérdy, G., Trzaskoma, Ł., Négyesi, J., Dobos, K., Havanecz, K., Sáfár, S., Ökrös, C. (2025a) Comparison of external and internal training loads in elite junior male tennis players During offensive vs. defensive strategy conditions: A pilot study. Sports, 13(4), 101.

Tóth, P. J., Csáki, I., Négyesi, J., Dobos, K., Havanecz, K., Sáfár, S., Ökrös, C. (2025b) External training load and rating of perceived exertion comparison between different playing styles and winning vs. losing matches in elite tennis. Frontiers in Sports and Active Living, 7, 1613661.

Dékány, M., **Tóth, P. J.**, Csáki, I., Nemes, G., Salamon, A., Ökrös, C. (2025) The evolution of time dimensions based on match analyses of male and female tennis players under 10 years of age. *Int J Sports Sci Coach*, 0(0).

A disszertációtól független közlemények:

Dobos, K., & **Tóth, P.** (2021) Within-Session reliability and validity of overhand ball throw test to evaluate power ability in junior tennis players. *Studia Educatio Artist Gymnasticae*, 66(3), 21–32.

Horváth, D., Négyesi, J., Győri, T., Szűcs, B., **Tóth, P. J.**, Matics, Z., Ökrös, C., Sáfár, S., Szabó, N., Takács, B., Kathy, R., Tóth, K., Ferguson, D.P., Nagatomi, R., Rácz, L. (2022) Application of a reactive agility training program using light-based stimuli to enhance the physical and cognitive performance of car racing drivers: A randomized controlled trial. *Sports Med*, 8(1).

Havanecz, K., **Tóth, P. J.**, Kopper, B., Bartha, C., Sáfár, S., Fridvalszki, M., Géczi, G. (2025) Relationship between GPS-derived variables and subjective questionnaires among elite youth soccer players. *Sports*, 13(8), 24.

12. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Egy hosszú fejezet végére értem, mely idő alatt sok ember mellett állt és a biztos támaszokra bármikor számíthattam. Szeretném ezeknek az embereknek a hálámat kifejezni, amely csak egy apró része annak, amelyet tőlük kaptam ezen utazás során. Óriási köszönettel tartozom témavezetőmnek **Dr. Ökrös Csaba** tanszékvezető, általános rektorhelyettes úrnak, akinek a hasznos útmutatásai, szakértelme és folyamatos segítsége nélkül nem jöhetett volna létre ezen dolgozat. Nagyon hálás vagyok azért a pillanatért, amikor először találkozhattunk és elkezdhattuk a közös munkát. Hálásan köszönöm **Dr. Sáfár Sándor** egyetemi docens úrnak, hogy még az egyetemi alapképzés során elindította a tudományos kutatói pályafutásomat a TDK versenyek keretében, és az elejétől kezdve számíthattam a szakmai és magánéleti iránymutatásaira. Most már úgy gondolom, hogy nem csak az örökös mentoromnak, hanem a barátomnak is mondhatom. Mindemellett köszönetet szeretnék mondani **Dr. Négyesi János** egyetemi adjunktusnak, amiért elmélyített a kutatómódszertani ismeretek világában, és még éjszakába nyúlóan is folyamatosan számíthattam a segítségére. Hálámat szeretném külön kifejezni **Nemes Gábor** mesteroktatónak, aki nélkül mindez nem jöhetett volna létre, hiszen ő szerettette meg velem igazán a tenisz edzői hivatást, és a kutatásaim során is mindig mindenben mellettem állt. Továbbá külön köszönöm **Kovács István** utánpótlásnevelő edzőmnek azt, hogy gyerekkoromtól kezdve, második apámként tekinthettem rá és azóta is kíséri az utamat. Köszönettel tartozom a Sportjáték Tanszék, az Edzéseleméleti és Módszertani Kutató Központ, valamint a Pasarét Tenisz Klub összes munkatársának, hogy mindvégig biztosították a vizsgálataim számára a megfelelő körülményeket. Nem utolsósorban pedig köszönetet szeretnék mondani az egész családomnak, a páromnak és a barátaimnak az óriási türelmükért és a sok áldozatukért, amit értem tettek. Ezen doktori értekezésemet mindezekért a személyekért ajánlom fel.