



Sport- és Egészségtudományi Intézet

Kineziológia Tanszék

Élvonalbeli női röplabdázók mérkőzés alatti külső terhelésének vizsgálata monitoring rendszerrel

Témavezető:

Dr. Matlák János

Kineziológia tanszék

Egyetemi adjunktus

Készítette:

Dóka Gréta Anna

Humánkineziológia

MSc

2025. január

Budapest

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés.....	3
1.1. A röplabda sportág jellemzői	3
1.2. Posztok közötti antropometriai különbségek	4
1.3. Posztok motoros képességeinek vizsgálata	4
1.4. Külső terhelés vizsgálata	5
2. Célkitűzés	7
2.1. Kutatási kérdések:	7
3. Anyag és módszer	8
3.1. Vizsgálati alanyok.....	8
3.2. Vizsgálat menete	8
3.3. Statisztikai elemzés	9
4. Eredmények és megbeszélés	10
4.1. Felugrások száma.....	10
4.2. Felugrások magassága.....	10
4.3. Emelkedett impakt erejű leérkezések	11
4.4. Percenkénti munkavégzés	12
4.5. Támadási hatékonyság és terhelési paraméterek közötti kapcsolatok.....	13
5. Összefoglalás	14
6. Irodalomjegyzék.....	16

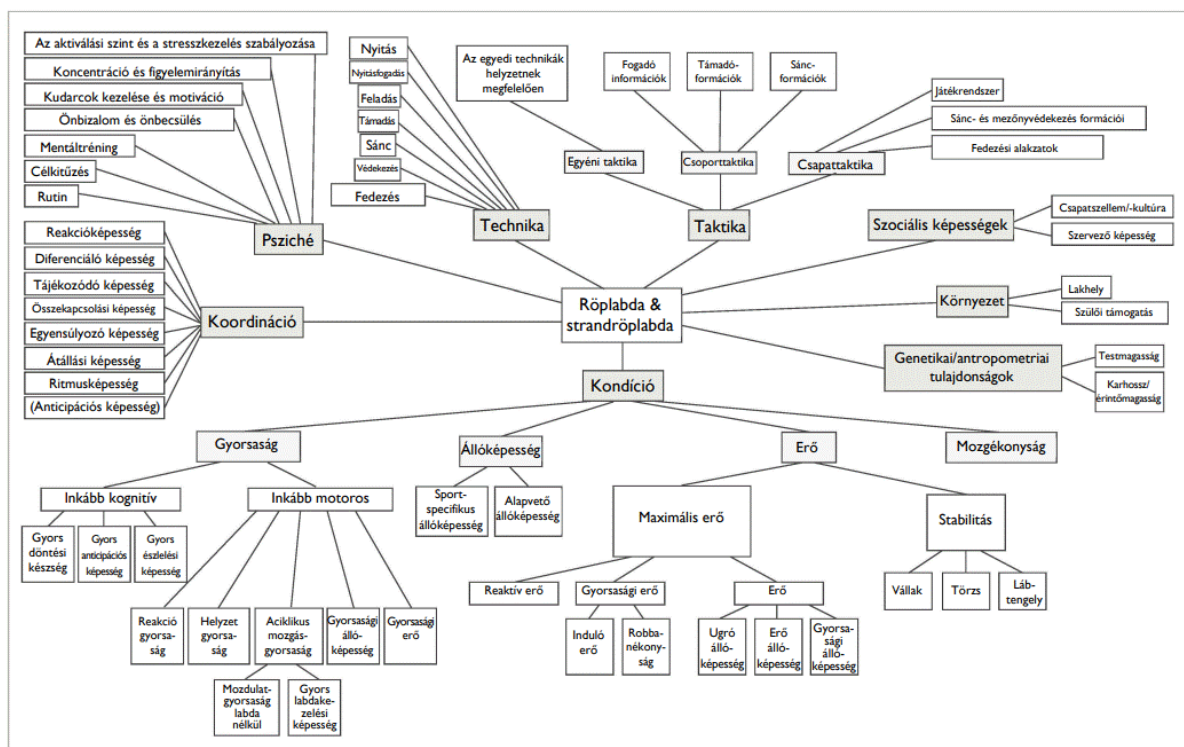
Ábrajegyzék:

1. ábra: A röplabda sportág követelményprofilja (Czimek és Papageorgiou, 2017).....	3
2. ábra: VERT szenzor és öv (Lima és mtsai, 2019)	8
3. ábra: Felugrás/perc eredményei (átlag±szórás).....	10
4. ábra: "Magas" felugrások átlagos magasságának eredményei (átlag±szórás)	11
5. ábra: Emelkedett impakt erejű leérkezések eredményei (átlag±szórás).....	12
6. ábra: Munkavégzés percenkénti eredményei (átlag±szórás).....	12

1. Bevezetés

1.1. A röplabda sportág jellemzői

A röplabda sportág kívánalmi között a technikai, taktikai és pszichés igénybevételén kívül számos motoros képesség megtalálható (1.ábra). Antropometriai adottságok, kondicionális képességek és stratégiai szempontok alapján a teremröplabdázók esetében több posztot különböztetünk meg: nyitásfogadó-szélső ütő, center, feladó, feladó átló, liberó.



1. ábra: A röplabda sportág követelményprofilja (Czimek és Papageorgiou, 2017)

Adott mérkőzésen belüli terhelés és pihenő idő aránya hozzávetőleg 1:4, következésképpen a játék 20%-ában van aktív játék, a labdamenetek tényleges hossza a teljes játék mindössze csekély részét teszi ki. A rövid, magas intenzitású szakaszok (aktív labdamenet) váltakoznak a különböző hosszúságú pihenőidőkkel (labdamenetek közötti holtidő, időkérés, csere stb.). A sportágban legfontosabb kondicionális képességek az erő és a gyorsaság, az állóképesség tekintetében leginkább a sportági állóképesség hangsúlyos. Az egyik legfontosabb erő komponens a gyorsító, ugyanis valamennyi mozgást maximális gyorsasággal kell végrehajtani, emellett fejlett ugróerő-, ütőerő- és gyorsító-állóképesség szükséges ahhoz, hogy a felugrások darabszámának növekedésével annak magassága és minősége tartható legyen. Valamennyi

pozíció eltérő feladatkörrel rendelkezik, ennek következtében posztonként eltérő képességrendszerre van szükség (Czimek J., 2017).

1.2.Posztonkénti antropometriai különbségek

Számos tanulmány foglalkozik a különböző pozíciók antropometriai profiljának vizsgálatával. Sheppard és mtsai. (2009) férfiak körében hasonlították össze a center, feladó, szélső ütő (nyitásfogadó és feladóátló) posztokat. Azt találták, hogy a centerek testmagassága és testtömege szignifikánsan magasabb a többi pozícióban lévő játékosnál, ezenkívül mindkét paraméterben a legalacsonyabb értékeket a feladók mutatták. Egy másik tanulmányban (Marques és mtsai., 2009) szintén férfiakat vizsgálva arra a megállapításra jutottak, hogy a centerek mellett a feladóátlók rendelkeznek a legnagyobb testmagasság és testtömeg értékekkel, míg a legkisebb értékeket a liberók mutatták. Ezzel az eredménnyel megegyezik Palao és mtsai. (2014) tanulmánya, akik nőket is vizsgálva arra az eredményre jutottak, hogy mind a testmagasság mind a testtömeg esetén az alábbi sorrendben csökkenő tendenciát figyelhetünk meg: center, feladó átló, nyitásfogadó szélső ütő, feladó, liberó.

1.3.Posztok motoros képességeinek vizsgálata

Az antropometriai különbségek mellett a röplabdázók posztonkénti fizikai teljesítőképességét is több tanulmányban vizsgálták. Fiatal női röplabdázóknál irányváltoztatási képességben találtak különbséget a pozíciók között (Paz és mtsai., 2017). Élvonalbeli férfiak esetében (Marques és mtsai., 2009) maximális fekvenyomásban és guggolásban találtak különbséget egyes pozíciók között, míg countermovement jump felugrások vizsgálatánál nem volt különbség. Egy másik tanulmányban mindkét nemet vizsgálva azt láthatjuk, hogy az ütés és blokk magasságban egyaránt a centerek és feladóátlók bizonyultak a legjobbnak, majd őket követve a nyitásfogadó-szélső ütők, feladók és végül a liberók. Nők esetében minél magasabb szinten játszik egy adott csapat, annál magasabb ütő magassággal rendelkezik valamennyi játékos (Palao és mtsai., 2014).

1.4.Külső terhelés vizsgálata

A technológia fejlődésével az edzések, mérkőzések alatti teljesítmény monitorozása fontos részét képezi az élsportnak, az individuális terhelés azonosításában elengedhetetlen szerepe van. A röplabda sportágban különösen fontos, hogy a játékosokat egyénileg vizsgáljuk a posztonként eltérő feladatkör, és az ebből következő különböző hely-helyzetváltoztató mozgások miatt (Sheppard és mtsai., 2009; Lima és mtsai., 2019).

Czimek (2017) arra a megállapításra jutott férfiakat vizsgálva, hogy a feladók, feladó átlók, illetve nyitásfogadó-szélső ütők a teljes játékidő majdnem 100%-át a pályán töltik, míg a centerek alig 60%-ban vannak a pályán (liberó csere esetén). A röplabda sportágban a terhelés mértékét leginkább a felugrások, valamint gyors hely-helyzetváltoztató mozgások befolyásolják. Különböző felugrás típusokat figyelhetünk meg az eltérő játék elemeknél: ütésnél, sáncnál, nyitásnál és feladásnál (Lima és mtsai., 2019)

A röplabda sportági kutatásokban az egyik legelterjedtebb teljesítmény nyomonkövetési módszer az inerciális mérőegység (IMU) alapú vizsgálat (Rebelo és mtsai., 2025). Kifejezetten röplabdára fejlesztett monitoring rendszer a VERT nevezetű IMU alapú rendszer, amelynek validitását számos tanulmány során vizsgálták (Borges és mtsai., 2017; Charlton és mtsai., 2017; MacDonald és mtsai., 2017; Skazalski és mtsai., 2018).

Bouzigues és munkatársai (2024) kutatásuk során fiatal női és férfi röplabdázok edzés alatti külső terhelését vizsgálták, és mellette naponta RPE kérdőívet töltöttek ki a sportolók. Azt kapták eredményül, hogy a férfiak több ugrást hajtottak végre, magasabb átlagos intenzitás és magasabb észlelt edzettségi szint jellemezte őket, mint a nőket. Azt a következtetést vonták le a vizsgálatuk során, hogy a rosszabb észlelt edzettségi szint és a sérülések megnövekedett száma arra utal, hogy a fiatal nők fizikai felkészültsége, különösen a repetitív, nagy intenzitású felugrásra való képessége fejlesztést igényel. Pozíciók tekintetében azt találták, hogy a feladók hajtanak végre leggyakrabban ugrásokat, azonban alacsonyabb magassággal és intenzitással, mint a többi poszt. Ezzel az eredménnyel megegyezik Lima és mtsai. (2019) kutatása, amelyben a feladók eredményén túl azt találták, hogy a szélső ütők (feladó átlók és nyitásfogadó-szélső ütők) hajtják végre a legmagasabb átlagos felugrásokat (0,58 m). A centerek 50,2 ugrást hajtanak végre óránként, a feladókat 76,8 ugrás/óra, a szélső ütőket pedig 32,3 ugrás/óra jellemzi. Egy másik tanulmányban (Skazalski és mtsai., 2018) edzések és mérkőzések külső

terhelését vizsgálták, és a korábban említett kutatásokhoz hasonló eredményt kaptak. A feladókat jellemezte a legnagyobb ugrási frekvencia (120 ugrás/edzés), a feladó átlók pedig nagyobb intenzitású, magasabb ugrásokat hajtottak végre a többi poszthoz képest. A feladók magas ugrási darabszámának hátterében a légi kosárral történő feladás állhat, amely játékelemet magasabb szinteken alkalmaznak annak érdekében, hogy gyorsítsák a támadást és ennek következtében sikeresebb legyen a csapat (Palao és mtsai., 2004, 2014). Lima és mtsai. (2023) pozitív korrelációt találtak az ugrások darabszámában és magasságában, továbbá felhívják a figyelmet arra, hogy minél több ugrást hajt végre egy sportoló, annál nagyobb terhelés éri az izom-ín egységet. A korábban említett kutatásokkal ellentétben Piatti és mtsai. (2021) azt találták, hogy a centereknek a legnagyobb az ugrásterhelése egy szezon tekintetében, míg ugyanebben a paraméterben a legalacsonyabb értéket a feladó játékosok mutatták.

Leeuw és mtsai. (2022) kimutatták, hogy a túlterhelés által létrejövő sérülések jobban érthetővé válnak a mindennapos teljesítmény monitorozás alkalmazása esetén. Az ugrások általi terhelés nyomon követése elengedhetetlen a túlterhelés és annak következtében kialakuló sérülések prevenciója szempontjából. Egy másik tanulmányban azt találták, hogy azokat a játékosokat, akik a szezon során sérülést szenvedtek el, alacsonyabb ugrásszám és nagyobb terhelésváltozás jellemezte, mint a sérülésmentes sportolókat (Taylor és mtsai., 2022).

2. Célkitűzés

Célunk, hogy azonosítsuk a posztok mérkőzés alatti külső terhelését, ezáltal segítséget adva a sportágban dolgozó szakembereknek a játékosok edzés-mérkőzés alatti terhelés optimalizálásához.

2.1. Kutatási kérdések:

1. Van-e különbség a posztok között a külső terhelés tekintetében?
2. Van-e kapcsolat a támadási hatékonyság és a külső terhelés között?
3. Van-e kapcsolat a teljesítménybeli paraméterek között?

3. Anyag és módszer

3.1. Vizsgálati alanyok

Kutatásunk során a 2023/2024-es hazai női extraliga egyik csapatának összesen 16 mérkőzését vizsgáltuk. A vizsgálatban összesen 12 fő vett részt ($22,9 \pm 4,4$ év; $181,6 \pm 5,2$ cm; $70,1 \pm 7,1$ kg): 5 fő center, 1 fő feladó, 2 fő feladóátló és 4 fő nyitásfogadó szélsőütő poszton lévő játékos.

3.2. Vizsgálat menete



2. ábra: VERT szenzor és öv (Lima és mtsai, 2019)

A külső terhelés vizsgálata a VERT (Vert® Classic, MyVert, Florida, FL, USA) inerciális mérőegység (3X giroszkóp, 3X gyorsulásmérő, 3X magnetométer IMU) alapú monitoring rendszerrel történt (2.ábra). A szenzort a bemelegítést követően, a mérkőzés kezdete előtt vették fel a játékosok öv segítségével a csípőjükre. Kutatásunk során a felugrások darabszámát, a „magas” (87,5 percentilis) felugrások átlagos magasságát (cm), a küszöbértéket meghaladó impakt erejű ($\geq 15\text{Gs}$) leérkezések százalékát, valamint az összes gyorsulás alapján a teljes munkavégzést reprezentáló energy (J/kg) mutatót vettük figyelembe.

A DataProject hivatalos jegyzőkönyve alapján (<https://hvf-web.dataproject.com>) az összlabdamenetszám és a szettek ideje alapján megbecsültük, hogy egy labdamentet átlagosan milyen hosszú volt. Ezt követően kiszámítottuk, hogy a játékosok egyenként hány labdamentben vettek részt az adott mérkőzés folyamán, majd az említett paraméterek alapján megbecsültük, hogy egy adott játékos hány percet töltött a pályán. A monitoring rendszerből kinyert adatokat és az egyén pályán töltött idejét összevetve létrehoztunk két értéket: felugrás/perc (db/perc) és energy/perc (J/kg/perc). A felugrások darabszáma és a teljes munkavégzés mutatókat így normalizáltuk a pályán töltött idővel, hogy az egyes játékosok külső terhelését összehasonlíthatóvá tegyük.

A támadási hatékonyság és a terhelési mutatók közötti kapcsolat vizsgálatához a DataProject oldalán található mérkőzés statisztikában található támadási százalékot vettük figyelembe.

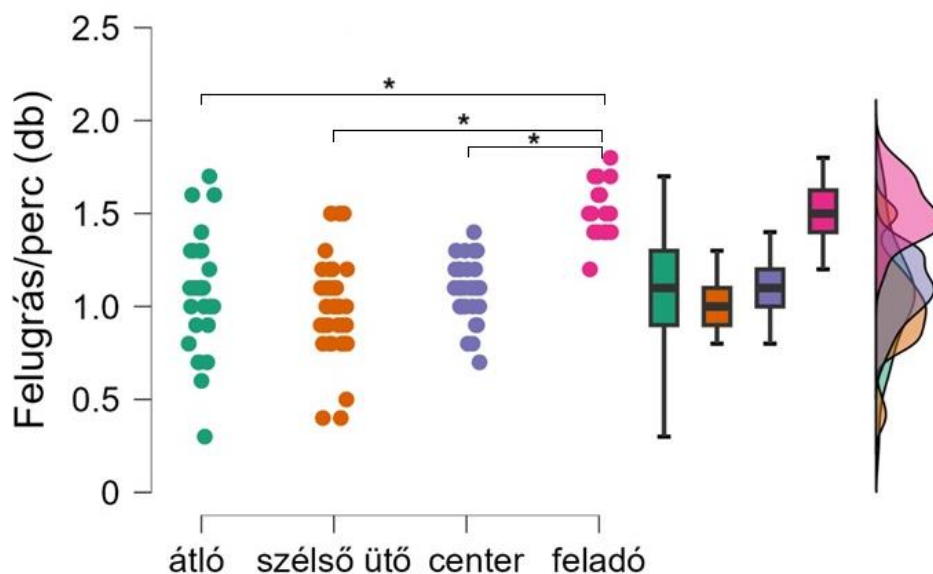
3.3. Statisztikai elemzés

A JASP szoftverben (0.18.3., JASP Team, 2024) végeztük el a statisztikai elemzéseket. A normalitás vizsgálatnál a Shapiro-Wilk tesztet alkalmaztuk. A posztok közötti különbségeket paraméterenként egyszempontos variancia-analízissel (One-Way Anova) és hatásnagysággal vizsgáltuk (Cohen's d). Utóbbinál Hopkins (2002) 7 fokozatú Liker-skáláját használtuk: 0,0-jelentéktelen; 0,1- kicsi; 0,3-mérsékelt; 0,5- nagy; 0,7- nagyon nagy; 0,9- közel tökéletes; 1,0-tökéletes. A post-hoc tesztek folyamán Tukey-féle p-érték korrekciót használtunk. A támadási hatékonyság és a vizsgált paraméterek közötti kapcsolat vizsgálatához Pearson, illetve Spearman féle korreláció számítást végeztünk (Hopkins, 2002). A szignifikancia szintet $p < 0,05$ értéknél állapítottuk meg.

4. Eredmények és megbeszélés

4.1. Felugrások száma

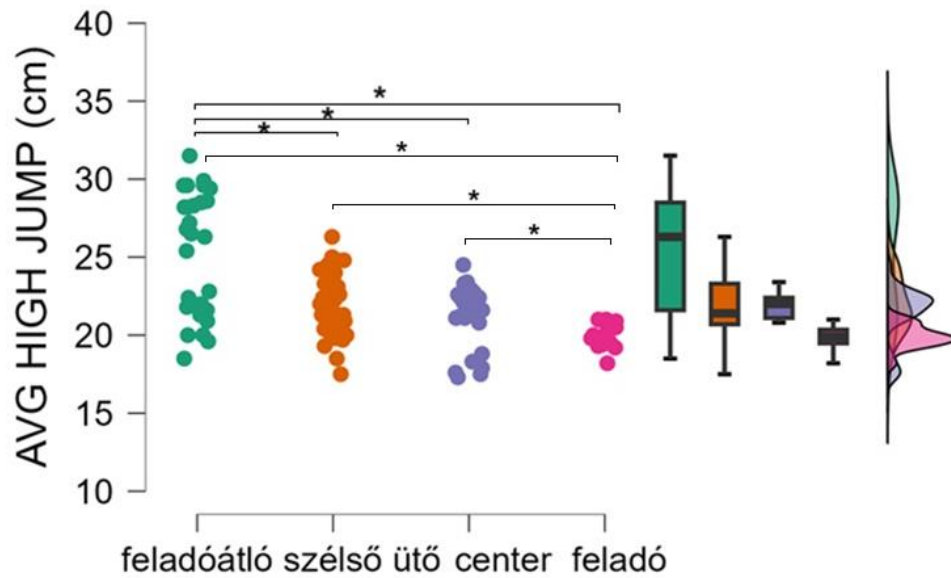
A felugrás/perc paraméterben azt az eredményt kaptuk, hogy a feladó szignifikánsan több felugrást hajtott végre a többi vizsgált poszthoz képest ($p < 0,001$; $ES = 0,67-0,79$). Ennek háttérében a légi kosárral történő feladás állhat, ugyanis valószínűleg a csapat második érintésénél (feladásnál) végrehajthatott egy felugrást a játékos.



3. ábra: Felugrás/perc eredményei (átlag±szórás)

4.2. Felugrások magassága

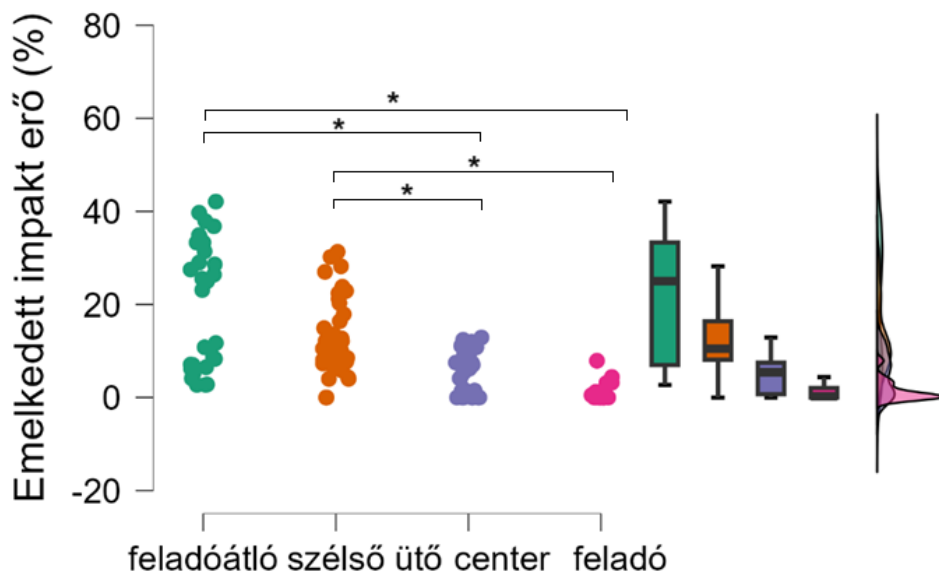
A felugrások magasságának vizsgálatánál az összes ugrás közül a 87,5 percentilisbe eső, illetve annál magasabb ugrások átlagos magasságát vettük figyelembe. Így a „magas” felugrások esetében a feladó átlók szignifikánsan magasabb ugrásokat hajtottak végre a többi pozícióhoz képest ($p = 0,001-0,032$; $ES = 0,46-0,68$). Ennek egy lehetséges magyarázata lehet az, hogy a feladó átló fő feladatköre a támadás, és az ütés dinamikájuk eltér a többi ütő poszthoz képest. A feladó ugrásai pedig szignifikánsan alacsonyabbak valamennyi poszthoz képest. Ennek is magyarázata lehet a posztra jellemző légi kosárral történő feladás, ugyanis bár gyakrabban kell emiatt a technikai elem miatt felugrást végrehajtani nem a magasság a legfontosabb tényező.



4. ábra: "Magas" felugrások átlagos magasságának eredményei (átlag±szórás)

4.3.Emelkedett impakt erejű leérkezések

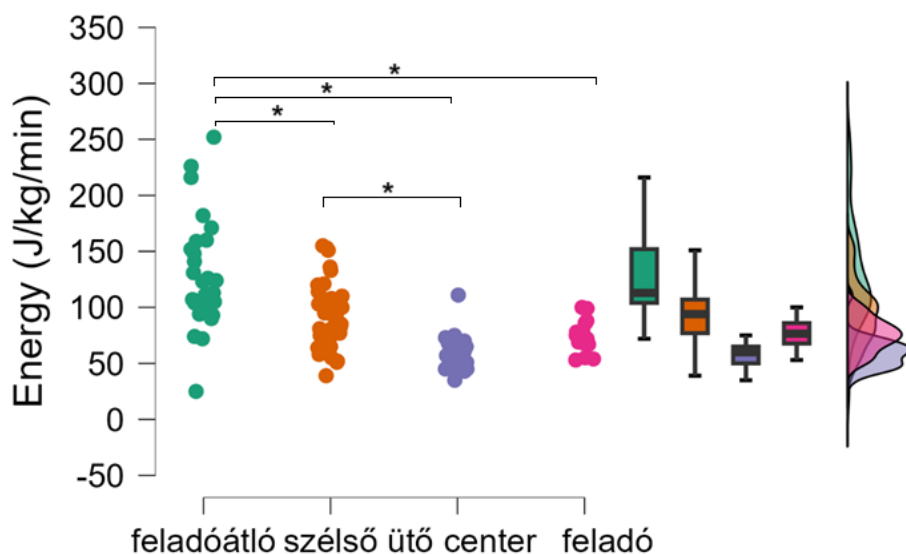
A küszöbértéket meghaladó ($\geq 15\text{Gs}$) impakt erejű leérkezések százalékos tekintetében azt az eredmény kaptuk, hogy a feladóátlóknál és nyitásfogadó szélső ütőknél szignifikánsan nagyobb százalékban voltak jelen, mint a centereknél és feladónál ($p < 0,001$; $ES = 0,46-0,7$). Ez a magasabb felugrásokkal járhat együtt, egy másik lehetséges ok pedig az lehet, hogy a centerek és feladónak a leérkezést követően szinte azonnal új mozgást kell megkezdeniük, aminek az előkészítését már a levegőben megkezdik. Centerek az ütést követően az ellenfél feladását lekövetve blokk helyezkedést hajtanak végre, a feladók pedig leérkezés után a befogadott/kivédekezett labdához igazodnak, hogy a következő támadást elő tudják készíteni.



5. ábra: Emelkedett impakt erejű leérkezések eredményei (átlag±szórás)

4.4. Percenkénti munkavégzés

Az energy/perc mutatónál azt láthatjuk, hogy a feladó átlók valamennyi vizsgált posztnál szignifikánsan nagyobb értékeket mutattak ($p < 0,001$; $ES = 0,4-0,7$). A nyitásfogadó szélső ütők pedig a centerek értékétől szignifikánsan különböztek ($p < 0,001$; $ES = 0,62$). A feladó átlók nagyobb munkavégzésének hátterében a dinamikus felugrások mellett az állásrend miatti gyakori gyors helyváltoztató mozgás állhat. A centerek alacsonyabb munkavégzésének egyik lehetséges oka, hogy a liberó csere miatt kevesebb időt töltenek a pályán aktívan, hátsó sorban (1-5-6-os helyeken) a nyitáson kívül a liberó helyettesíti őket a pályán. (Czimek, 2017).



6. ábra: Munkavégzés percenkénti eredményei (átlag±szórás)

4.5. Támadási hatékonyság és terhelési paraméterek közötti kapcsolatok

Szignifikáns kapcsolatot találtunk az energy/perc és támadási százalék között ($r=-0,452$), ez alapján azt láthatjuk, hogy minél nagyobb volt a munkavégzése egy játékosnak, annál gyengébb volt a támadási hatékonysága. Mivel ez egy közepes kapcsolat, feltételezhetően több tényező is befolyásolja, de a nagyobb munkavégzés, és az abból adódó fáradás hatással van a támadási sikerességre.

A munkavégzés percenkénti mutatója és a küszöbértéket meghaladó impakt erejű leérkezések között is megfigyelhető kapcsolat ($r=0,505$). Ennek lehetséges magyarázata lehet, hogy fáradás hatására romlik a mozgáskoordináció, kevésbé tompítanak leérkezésnél a sportolók. A „magas” felugrások és az emelkedett impakt erejű leérkezések között ($r=0,562$) is van kapcsolat, minél magasabbra ugrik egy játékos, annál nagyobb impakt erővel érkezik a talajra.

5. Összefoglalás

Valamennyi vizsgált paraméternél találtunk szignifikáns különbséget egyes pozíciók között. Eredményünk alapján a feladó hajtja végre egy adott mérkőzés során a legtöbb felugrást, azonban ezek átlagosan alacsonyabbak a többi poszt ugrásához viszonyítva. Ennek hátterében a légi kosárral történő feladás állhat (Lima és mtsai., 2019; Palao és mtsai., 2004; 2014). A feladók felkészítésénél érdemes gyors, repetitív felugrásokkal hangsúlyosabban foglalkozni. Kutatásunk eredményében a feladó átlók hajtják végre a legmagasabb felugrásokat, amely emelkedett impakt erejű leérkezésekkel és magasabb percenkénti munkavégzéssel jár együtt. Esetükben érdemes ezt figyelembe venni a sérülések rizikójának csökkentése érdekében. A center posztnál alacsonyabb százalékban vannak jelen a nagyobb impakt erejű leérkezések, melynek egyik lehetséges oka a centerek antropometriai adottságaiból: magasabb testmagasság, nagyobb karhossz adódhat (Wnorowski és mtsai., 2013), illetve az ütésük dinamikájával is magyarázható, bizonyos esetekben szinte helyből történik a felugrás, kisebb lendületvétellel hajtják végre a támadásokat. A nyitásfogadó-szélső ütőknél a feladó átlókhoz hasonlóan gyakoribb százalékkal fordulnak elő emelkedett impakt erejű leérkezések, amelynek hátterében az állhat, hogy a másik két poszttal ellentétben nekik nem kell előkészíteni már a levegőben a következő mozdulatot, mert ők szinte a leérkezésük helyén várják a labdamenet folytatását, emellett pedig nagyobb lendületvétellel, dinamikával hajtják végre az ütés mozdulatot. A centerek percenkénti munkavégzést reprezentáló mutatója szignifikánsan alacsonyabb a többi vizsgált poszthoz képest. Ennek valószínű magyarázata, hogy a centerek a liberó csere esetén mindössze a játék 60%-ban vannak a pályán (Czimek, 2017). Az ütő játékosok támadási százaléka és a munkavégzés percenkénti mutatója között közepes negatív kapcsolatot találtunk, így azt mondhatjuk, hogy a nagyobb munkavégzés befolyásolja az ütési hatékonyságot, de mellette más tényezők is szerepet játszanak a sikerességben. Emelkedett impakt erejű leérkezés figyelhető meg magasabb átlag felugrásoknál, illetve azoknál a sportolóknál, akikre jellemzőbb a magasabb percenkénti munkavégzés. Eredményeink alátámasztják a posztonként eltérő követelményeket, és segítségül szolgálhatnak a játékosok edzés és mérkőzés alatti terhelésének optimalizálásához, valamint a sérülések rizikójának csökkentéséhez.

Kutatásunk limitációja, hogy csak egy csapat állt rendelkezésünkre és posztonként kevés alanyt tudtunk vizsgálni. Eredményeink általánosításához nagyobb minta szükséges, jelen eredményeink a vizsgált csapatról nyújtanak bővebb információt. A jövőben ajánlott lehet összehasonlítást tenni nemenként, korosztályonként, szintenként. Jelen kutatásban nem tudtuk csak az aktív labdamenetek idejét tudtuk vizsgálni, a jövőben ezt is érdemes külön vizsgálni, és összehasonlítani az eredményeinkkel. A külső terhelés mellett belső terhelési mutatókat vizsgálva még pontosabb képet kaphatnánk az egyes posztok mérkőzés alatti igénybevételével kapcsolatban.

6. Irodalomjegyzék

1. DataProject (2024). 2023/24 Nemzeti bajnokság női extraliga mérkőzések. <https://hvf-web.dataproject.com/CompetitionMatches.aspx?ID=43&PID=50> Letöltve: 2024. október 9.
2. Borges, T. O., Moreira, A., Bacchi, R., Finotti, R. L., Ramos, M., Lopes, C. R., & Aoki, M. S. (2017). Validation of the VERT wearable jump monitor device in elite youth volleyball players. *Biology of sport*, 34(3), 239–242.
3. Bouzigues, T., Candau, R., Philippe, K., Maurelli, O., & Prioux, J. (2024). Differences in training load, jump performance and injury occurrence in elite youth volleyball players. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 64(5), 465–474.
4. Charlton, P. C., Kenneally-Dabrowski, C., Sheppard, J., & Spratford, W. (2017). A simple method for quantifying jump loads in volleyball athletes. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20(3), 241–245.
5. Czimek, J. V. M. (2017). *Volleyball - Training & Coaching. Vom Jugend- zum Leistungsvolleyballer: Kombinierte Rahmentrainingskonzeption Volleyball und Beach-Volleyball des Deutschen Volleyball-Verbandes.* Meyer & Meyer.
6. de Leeuw, A. W., van der Zwaard, S., van Baar, R., & Knobbe, A. (2022). Personalized machine learning approach to injury monitoring in elite volleyball players. *European journal of sport science*, 22(4), 511–520.
7. Hopkins, W.G. (2002) A Scale of Magnitudes for Effect Statistics: A New View of Statistics.
8. Lima, R. F., Palao, J. M., & Clemente, F. M. (2019). Jump Performance During Official Matches in Elite Volleyball Players: A Pilot Study. *Journal of human kinetics*, 67, 259–269.
9. Lima, R. F., Silva, A. F., Matos, S., de Oliveira Castro, H., Rebelo, A., Clemente, F. M., & Nobari, H. (2023). Using inertial measurement units for quantifying the most intense jumping movements occurring in professional male volleyball players. *Scientific reports*, 13(1), 5817.
10. MacDonald, K., Bahr, R., Baltich, J., Whittaker, J. L., & Meeuwisse, W. H. (2017). Validation of an inertial measurement unit for the measurement of jump count and

- height. *Physical therapy in sport : official journal of the Association of Chartered Physiotherapists in Sports Medicine*, 25, 15–19.
11. Marques, M. C., van den Tillaar, R., Gabbett, T. J., Reis, V. M., & González-Badillo, J. J. (2009). Physical fitness qualities of professional volleyball players: determination of positional differences. *Journal of strength and conditioning research*, 23(4), 1106–1111.
 12. Palao, J. M., Manzanares, P., & Valadés, D. (2014). Anthropometric, physical, and age differences by the player position and the performance level in volleyball. *Journal of human kinetics*, 44, 223–236.
 13. Palao, J., Santos, J., & Ureña, A. (2004). Effect of team level on skill performance in volleyball. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 4(2), 50–60.
 14. Palao, José & JM, & Ahrabi-Fard, & Iradge, (2014). Effect of jump set usage on side-out phase in women's college volleyball. *Journal of Sport and Human Performance*. 2. 1-10.
 15. Paz, G. A., Gabbett, T. J., Maia, M. F., Santana, H., Miranda, H., & Lima, V. (2017). Physical performance and positional differences among young female volleyball players. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 57(10), 1282–1289.
 16. Piatti, M., Ambrosi, E., Dedda, G., Omeljaniuk, R. J., Turati, M., Bigoni, M., & Gaddi, D. (2022). Jump performance during a season in elite volleyball players. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 62(5), 602–608.
 17. Rebelo, A., Pereira, J. R., Nakamura, F. Y., & Valente-Dos-Santos, J. (2025). Beyond the Jump: A Scoping Review of External Training Load Metrics in Volleyball. *Sports health*, 17(1), 111–125.
 18. Sheppard, J. M., Gabbett, T. J., & Stanganelli, L. C. (2009). An analysis of playing positions in elite men's volleyball: considerations for competition demands and physiologic characteristics. *Journal of strength and conditioning research*, 23(6), 1858–1866.
 19. Skazalski, C., Whiteley, R., Hansen, C., & Bahr, R. (2018). A valid and reliable method to measure jump-specific training and competition load in elite volleyball players. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 28(5), 1578-1585.

20. Skazalski, C., Whiteley, R., & Bahr, R. (2018). High jump demands in professional volleyball-large variability exists between players and player positions. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 28(11), 2293–2298.
21. Taylor, J. B., Barnes, H. C., Gombatto, S. P., Greenwood, D., & Ford, K. R. (2022). Quantifying External Load and Injury Occurrence in Women's Collegiate Volleyball Players Across a Competitive Season. *Journal of strength and conditioning research*, 36(3), 805–812.
22. Wnorowski, K., Aschenbrenner, P., Skrobecki, J., & Stech, M. (2013). An assessment of a volleyball player's loads in a match on the basis of the number and height of jumps measured in real-time conditions. *Baltic Journal of Health and Physical Activity*, 5(3).