

# **Alsó végtagi aszimmetria hatása a sportteljesítményre kosárlabdázóknál**

## **I. Bevezetés**

### **I.1. Problémafelvetés**

Kevés szakirodalom foglalkozik a végtagok közötti aszimmetria kérdésével a kosárlabda sportágban. Az alsó végtagokban megjelenő aszimmetriát úgy tudjuk megfogalmazni, hogy a bal és jobb láb képtelen egyenlő összehúzóerőt kialakítani a négyfejűizmokban és combhajlítóizmokban (Keeley és mtsai., 2011). Nagy problémát vet fel, hiszen ebben a sportágban is könnyen kialakulhat a dobó kéz, ugróláb fogalma, amely kihatással van a fizikai állapotra, a sérülékenységre, valamint a teljesítményre is egyaránt. Jelen vizsgálat során szeretném feltárni magát az aszimmetria fontosságát és teljesítményre gyakorolt hatását.

A kosárlabda olyan csapatsport, melynek intenzitása igen szakaszos. Folyamatos futás és megállás jellemzi, emellett sűrűn megfigyelhető az oldalirányú mozgás, az irányváltoztatás, valamint a felugrás is. Ha az utóbbit vesszük figyelembe, akkor kosárlabdában gyakran beszélhetünk kialakult ugrólábról vagy domináns lábról, ezáltal akarva-akaratlanul az egyik lábunk erősebb lesz, mint a másik (Barrera-Domínguez és mtsai., 2021). Továbbá bizonyított tény, hogy minden embernek dominánsabb az egyik alsó végtagja, mint a másik, emiatt az egyik lábbal magasabbra képes felugrani, mint a másikkal (Ceroni és mtsai., 2012). Viszont elég nehéz megállapítani, hogy melyik láb a domináns, főleg a kosárlabdában, ahol speciális gyakorlatokat végeznek a játékosok. Egy kutatás során 79 sportolóból csupán 32 állapította meg helyesen, hogy melyik a domináns lába (Fort-Vanmeerhaeghe és mtsai., 2016). Sok játékos szubjektíven ítéli meg ezt a kérdést és közben a vizsgálati eredmények pontosan az ellenkezőjét mutatják. Ez a fajta megítélés negatívan befolyásolja az aszimmetriára irányuló felmérések eredményességét (Hewit és mtsai., 2012).

A nem domináns láb nem képes annyi erőt kifejteni, mint az erősebb láb, ezért magas a kockázata a sérülés kialakulásának (Fort-Vanmeerhaeghe és mtsai., 2016). A sérülés megnövekedése mellett a kétoldalú aszimmetria negatív irányban befolyásolja a sportteljesítményt. Ennek az eltérésnek több összetevője is lehet, mint például a sportág specifikus követelmények, korábbi sérülések, idegi beidegződés vagy csontfejlődésből adódó aszimmetria (McElveen és mtsai., 2010). A genetikai örökségeket nem tudjuk

befolyásolni, de a sérülést követő rehabilitáción, illetve a sportági mozgásigények kielégítése érdekében tudunk pozitív irányban módosítani.

Ennek elkerülése végett, olyan gyakorlatokat kell végeztetni a sportolókkal, ami ennek a kiküszöbölésére szolgál. Általánosan jellemző, hogy a sportágakban az adott speciális mozgásanyag dominál az edzéseken, és kevésbé kapnak teret a természetes mozgások (Policastro és mtsai., 2018). Nem térnek ki az apró, finom mozgások kijavítására, csiszolására, ami elsősorban azért is lenne fontos, hogy a sportolók sérülési rizikója minél alacsonyabb legyen, másod sorban pedig a teljesítményüket ne befolyásolja ezeknek a mozgásoknak a hiánya vagy rossz végrehajtása. Ezen finom motorikus képességek hiánya okozhatja a korábban említett ugróláb kialakulását, mivel a sportoló nem ugyanúgy fog felugrani a jobb ziccernél, mint balnál, nem lesz azonos a stabilitása a visszaérkezésnél sem. Tehát a sérülés sokkal hamarabb bekövetkezhet, valamint a dobó teljesítményre is negatív hatással lehet.

Az alsó végtagi neuromuszkuláris aszimmetria mindenféleképpen sérüléshez vezethet, főként a labdajátékoknál, ahol megjelenik a domináns láb vagy kéz jelensége (Barrera-Domínguez és mtsai., 2021). Ide sorolhatjuk a röplabdát, a labdarúgást és a jelen kutatás szerinti sportágat, a kosárlabdát is. Az említett sportágak kifejezetten aszimmetriai sportágak, de ez könnyen kialakulhat a szimmetria sportoknál is, mint pl.: kerékpározás vagy futás.

A legtöbb mozgás alappillére az alsó végtagok szabályos működése, ha azok nem épek és/vagy valamilyen mértékben eltérnek egymástól, akkor az ki fog hatni az egész test mozgására. A neuromuszkuláris rendszer összefüggésben áll a sportteljesítménnyel, hiszen ide sorolhatjuk az egyensúlyi képességet, az ízületi mozgékonyt és az irányváltóztatásokat is. Tehát a neuromuszkuláris kapacitástól függ a sportoló megfelelő teljesítménye (Fort-Vanmeerhaeghe és mtsai., 2015). Ha megborul az egyensúly akkor a testünk elkezd kompenzálni, ami nem csak egészségkárosodáshoz vezethet, hanem a teljesítmény egyenes arányos csökkenéséhez. Ezeket a szabálytalan mozgásokat a sportoló először csak az edzőmunkájában, vagy versenyszituációkban fogja megtapasztalni, majd később a hétköznapi életére is kihatással lesz (Barrera-Domínguez és mtsai., 2021).

Az alsó végtagok közötti aszimmetria hatalmas fontossággal bír a sérülések kialakulásának megelőzése terén, hiszen a kellő figyelemmel és hozzáértéssel kiküszöbölhetjük a sérüléseket, vagy csökkenthetjük azok mértékét (Bishop és mtsai., 2018). Mivel a profi

sportolóknak maga a sport a munkahelyük, így nem mindegy, hogy mikor tudnak visszatérni a „munkába” gyógyultan. De ez az amatőr sportolók körében is jelen van, csak számukra nem a sportolás jelenti a megélhetést. A szabadidősport közben szerzett sérülések miatt könnyen kieshetnek a munkából. Ezek a kiesések pedig súlyos anyagi kárt vonhatnak maguk után, ha valaki több hétre vagy hónapra mozgás képtelenné válik. Szóval teljesen mindegy, hogy profi vagy amatőr sportolóról van szó, ugyanúgy nagy hatással lehet a lábak aszimmetriájából adódó sérülés a mindennapokra és a megélhetésre. Amennyiben a sportoló a fentiekben felvázolt deficittel végzi a fizikai aktivitást, még lehet javítani rajta, annak érdekében, hogy a később megjelenő sérülések ne zökkentsék ki vészesen sok időre (Adillón és mtsai., 2022).

A szimmetria növelésével elérhetjük, hogy a sportoló ne csak a sérülést kerülhesse el, de a teljesítményét is tudja növelni. A szimmetriát erősítő gyakorlatok adaptálása önbizalmat és határozottságot nyújthat a játékos számára, így viszonylag hamar megtapasztalhatja a siker élményét (Barrera-Domínguez és mtsai., 2021). A sportoló mozgása biztonságosabbá és hatékonyabbá fog válni, ami nem csak az edzésekhez való visszaszakadásban jelent óriási segítséget, hanem majd a verseny helyzetekben sem fog azért aggódni, hogy mikor sérül le megint. (Barrera-Domínguez és mtsai., 2021)

## I.2. Szakirodalmi áttekintés

A kosárlabda evolúciója során a sportág egyre fizikálisabbá vált, így más sportokkal ellentétben több különböző speciális képesség jelenik meg magas szinten egyszerre. Robbanékonyság, magas intenzitású irányváltoztatás, lefordulás, valamint felugrás és leérkezés. Ezeket a különböző mozgásokat rövid távokon, sok ismétléssel végzik el a játékosok. Egy kosárlabda pálya hossza huszonnyolc méter, szélessége tizenöt méter, ahol folyamatos gyorsítások és lassítások jellemzik a játékot. Nem csak a fizikalitás növekedése miatt, hanem a sport folyamatos felgyorsulása miatt is szükséges ezeket az elemeket az alapoktól felépíteni és helyre tenni. Egy kutatás szerint a játékosok egy kosárlabda mérkőzésen átlagosan 1-3 másodpercenként változtatják mozgásuk típusát (Ferioli és mtsai., 2020). Tehát ilyen sebesség- és kontaktusszám növekedés következtében egyre magasabb lesz/lett a sérülések kockázatának mértéke. Ezek a sérülések főként a térdnél és a bokánál jelentkezők, mivel a fellebb említett összes mozgás sportág specifikus és az alsóvégtagra gyakorol állandó hatást.

A speciális mozgások, mint az ugrás, irányváltztatás és a kitámasztás esetében extra terhelést kap a játékos térde, ahol a patellofemorális területe különösen érzékeny, így könnyen sérül. Az észak-amerikai profi kosárlabda liga (NBA) szerint is ez a leggyakoribb sérülés típus, ami miatt a játékosoknak mérkőzést és edzést kell kihagyniuk (Rubin és mtsai., 2021). Továbbá, ha figyelmesebben megvizsgáljuk a felugrást mint sportág specifikus elemet, akkor szintén gyakori sérülés kialakulási faktor a felugrásból történő visszaérkezés. A játékosok többségének nincs meg a megfelelő boka és térd stabilitása, valamint mobilitása, így egy dobás felugrás- vagy lepattanó harc közben elveszítheti egyensúlyát, ami a leérkezéskor bokaficamhoz, patella insérüléshez vagy elülső keresztszalag szakadáshoz is vezethet (Adillón és mtsai., 2022). Egy friss tanulmány szerint, az utánpótláskorú gyerekek 90%-a nem tud megfelelőképpen talajt fogni a felugrást követően, ez különösen lényeges nézőpont a kosárlabdában, hiszen maga a felugrás rengeteg sportági elemet érint, mint pl.: lepattanó szerzés, dobás (Adillón és mtsai., 2022). Ha ezek a problémák nincsenek utánpótlás korban kijavítva vagy helyesen megtanítva, akkor a játékosok magasabb kockázattal szenvedhetnek el sérülést. Ugyanis, ha a leérkezés erőteljes és nincs benne tompítás, akkor hatalmas terhelés éri az alsó végtagokat. Ez a terhelő erő akár többszörösen is meghaladhatja a játékos testsúlyát (Struzik és mtsai., 2014). Eleinte csak túlterhelésről vagy csontsérülésről beszélhetünk, később meg már komoly mozgásszervi problémákról, ami akár egy játékos sportpályafutásának végét is jelentheti (Adillón és mtsai., 2022).

A szakemberek fő célja, hogy a fentebb említett sérüléseket minimalizálják, ehhez pedig elengedhetetlen a motoros képességek állandó fejlesztése. Ezen felül előtérbe kell helyezni a finommotorikát, valamint az összetett motoros képességek elsajátítását is. De sajnos nem mindig a mozgáselemek hiánya okozza a bajt, hanem az izmok, ízületek és ínák nem egy ütemben történő növekedése. Ezek következtében rosszul sajátíthatják el a sportolók az adott mozgásmintát, koordinálatlanná válhat a játékos mozgása (Adillón és mtsai., 2022). Az említett problémák mindegyike szorosan kapcsolódik az aszimmetria kérdéséhez, hiszen ebből ered ennek a kialakulása is. A fiatal sportolóknál fejleszthető legkönnyebben a fizikális állapot, mivel az életüknek azon szakaszában vannak, amikor a leginkább szenzitívek a preventív gyakorlatok hatásaira és a meglévő mozgásminták javítására (Domínguez-Navarro és mtsai., 2024).

Az agilitás az a képesség, amikor gyorsan és hatékonyan tudunk reagálni egy ingerre, valamint rövid idő alatt változtatunk irányt testünk minden porcikájával. Maga az agilitás igen összetett, talán ez a legösszetettebb képességünk. Annak érdekében, hogy ez a

kvalitásunk naprakész, illetve reakciókész legyen, folyamatosan fejleszteni kell a reflexeket, a koordinációt, a reaktív erőt, az egyensúlyt és a gyorsaságot is. Az a sportoló, aki agilis, hamar tanul, befogadja az új információt és egyből tudja azt adaptálni. Könnyen reagál verseny helyzetben, úgy, hogy közben megőrzi teste stabilitását és egyensúlyát. A komplexitásnak köszönhetően az egyén kontrollálni tudja az egész mozgását, amit véghez visz a teste, anélkül, hogy minden mozdulatára szigorúan odafigyelne.

Az agilitás tehát a teljesítmény egyik fő alappillére, hiszen enélkül a helyzetváltoztatás lassúvá, a mozgás rendszertelenné és szabálytalanná válna. A kosárlabda is egy gyors, agilis sportág, ahol rengeteg inger éri a játékosokat. Az elsődleges inger a labda és az ellenfél, majd a másodjára megjelenik a fáradás, maga a játék fogalma és a taktika. Nem csak alkalmazni kell a korábban tanultakat, hanem gondolkodni is, hiszen mindig valami más történik a pályán. Új ellenfél lép pályára, egy ismeretlen játékvezető irányítja a mérkőzést és ezekre az új ingerekre állandóan reagálni kell, még hozzá a lehető leghatékonyabban. A folyamatos gondolkodás mellett alkalmazni kell a sportág specifikus mozgáselemeket, melyeket adaptálni kell a dinamikus irányváltoztatásokhoz, valamint a mérkőzés ritmusához (Paul és mtsai., 2016). Az agilitás mellett fontos szerepet tölt be a robbanékonyerő, a reaktíverő, a felugrási erő és a gyorsaság is, mivel megjelennek a labdás és labdanélküli mozgások végrehajtásának során. Ezáltal lényegi részt képeznek a kosárlabda technikai és taktikai elemeiben (Alemdaroğlu, 2012).

A kosárlabdában a második fontos tényező az irányváltoztatás, ami azt jelenti, hogy a mozgás irányát változtatja meg a sportoló, ami az egész testet érinti (Young és mtsai., 2015). Ez a kvalitás nagyban befolyásolja az eredményességet, hogy képes-e az adott játékos kellő időben megváltoztatni mozgásának az irányát. De a sikerességhez nem elég csak ez a képesség, hanem fontos faktor a megfelelő agilitás elsajátítása is (Havens & Sigward, 2015). A gyors irányváltások nélkülözhetetlenek futás közben, mert ez egy előre eltervezett mozgás, ahol először le kell lassítani, irányt változtatni, majd újra felgyorsítani, hogy szabályosan végre lehessen hajtani. Ennek az elvégzésére nincs szükség különösen a reakciógyorsaságra vagy azonnali döntésre (Gonzalo-Skok és mtsai., 2023). Úgy gondolom ez a megállapítás, csak akkor állja meg a helyét, ha maga az irányváltoztatás az edzésen, gyakorló feladatként jelenik meg. Egy mérkőzés szituációban nem lehet előre megtervezni egy mozdulatot, ott alkalmazkodni kell az ellenfelekhez és a mozgásukhoz. A játékosok nem véletlenszerűen variálják az irányukat és gyorsaságukat, hanem hogy kicselezzenek egy védőjátékost, vagy, hogy nyomást gyakoroljanak egy támadójátékosra, de ezeken kívül ez a

legjobb lehetőség arra, hogy a megfelelő helyzetbe hozzák magukat a pontszerzéshez (Young és mtsai., 2015). De az ellenfeleken kívül más tényezők is nagyban befolyásolják ezen képesség sikerességét, pl.: a sportági technika és taktika, a szomatikus tényezőkön belül a testtartás, a lábak helyzete és azok erőssége, valamint a lépések minősége, nagysága. Ezen felül hatalmas befolyással bír a sportoló lábereje, mivel megfelelő excentrikus-, izometrikus-, és koncentrikus erővel kell rendelkeznie, hogy szabályosan és sérülésmentesen el tudja végezni az irányváltást. Valamint végig meg kell őrizni az ideális testhelyzetet a testsúlyáthelyezés közben is, hogy a lehető legjobb teljesítménnyel tudjon a játékos egyik irányból a másikba haladni (Gonzalo-Skok és mtsai., 2023).

Ennek a képességnek a fejlesztésére is voltak már próbálkozások, mégpedig úgy, hogy növelték a játékos alsó végtagjának erőkapacitását, azaz a sovány izomtömeget és ezáltal bebizonyították, hogy lényegesen javul az irányváltoztatási teljesítmény (Dos'Santos és mtsai., 2017). De egy gyógytornász is végzett felmérést, miszerint a gyengébbik lábat erősítette az erősebb lábhoz, hogy csökkentse az aszimmetria mértékét a két láb között. Ennek eredményeképpen sikerült a sérülési kockázatot is minimalizálni (Brown és mtsai., 2017). Sőt készítettek egy olyan tanulmányt is, ahol azt vizsgálták, hogy az aszimmetria milyen hatással van az irányváltási teljesítményre és arra a következtetésre jutottak, hogy minél nagyobb az aszimmetria, annál lassabb irányváltoztatási időket kapunk (Bishop és mtsai., 2021).

Az aszimmetriával foglalkozó kutatások legjava sokkal több energiát fordított a sérülések arányára és előfordulására, mint magára a sportteljesítménybeli hatásának mivoltára. Pedig egy korábbi tanulmány szerint 15%-os aszimmetria figyelhető meg a sportolóknál (Bishop és mtsai., 2018). A kutatás azt is leírja, hogy egy sportoló sérülésből visszatérve akkor folytathatja a sportolást, ha az aszimmetria értéke 10% alá csökken. Ezen százalék alatt a játékos biztonságosan és hatékonyan űzheti a sportját. Ugyan a szakemberek is azt vallják, hogy logikusan csökkenteni kellene az aszimmetria mértékét, de pontos adattal és magyarázattal nem tudnak szolgálni. Azonban, azt kimutatták, hogy ha az alsó végtagok közötti eltérés nagyobb, mint 10% , akkor romlik a felugrás magassága, illetve lassabb irányváltoztatást eredményez (Bell és mtsai., 2014). Ez a kosárlabdában kifejezetten releváns, hiszen könnyen kialakulhat az ugróláb „szindróma” a sportolóknál. Ezért javasolták, hogy az aszimmetria felmérés során ne csak a két alsó végtag közötti különbségekre fókuszáljunk, hanem a teljesítményre gyakorolt hatására is.

Theoharopoulos & Tsitskaris (2000) azt írták le, hogy az elit sportolói szint eléréséhez nélkülözhetetlen a korai sportágspecifikus képzés, ami sajnos alsó végtagi aszimmetriát fog eredményezni a kosárlabdázóknál. Egy felmérés során megvizsgálták az amatőr és a profi játékosok láb aszimmetriáját és arra a következtetésre jutottak, hogy a profi sportolóknál nagyobb az eltérés a lábak között, viszont az érték nem haladta meg a 15%-ot (Schiltz és mtsai., 2009). Azoknál a sportágaknál, ahol az erő és a dinamikus egyensúly van előtérben, (labdarúgás, kerékpározás) kimutatták, hogy az alsó végtagi aszimmetria káros hatással van a sportoló teljesítményére. De a kosárlabdában gyakran használt mozgásforma esetében, az ugrásnál ez a tény nem került bebizonyításra (Bishop és mtsai., 2018).

## **II. Célkitűzések**

A mérések során megvizsgáljuk az aszimmetriát az alsó végtagok között, illetve végzünk sportág specifikus teljesítmény méréseket, ami irányváltoztatásokban, agilitás- és felugrást mérő tesztekben fog megnyilvánulni. A két mérés szorosan összekapcsolódik, ezáltal könnyen rálátást kapunk a sportági hiányosságokra.

A korábban feldolgozott szakirodalmak és szócikkek alapján nem lehet egyértelműen kijelenteni, hogy az aszimmetria negatív hatással van a kosárlabda sportteljesítményre. Kutatásunk fő témáját, azaz az aszimmetria hatását a teljesítményre illetően akár ennek az ellenkezőjét is alátámaszthatjuk. Ezek alapján a hipotéziseink a következők:

- 1) Feltételezzük, hogy kosárlabdázóknál az alsó végtagi aszimmetria negatív hatással van az irányváltoztatási gyorsaságra.
- 2) Feltételezzük, hogy 10% feletti alsó végtagi aszimmetria esetén nagyobb lesz a teljesítmény romlás irányváltoztatási gyorsaság esetén.
- 3) Feltételezzük, hogy kosárlabdázóknál az alsó végtagi aszimmetria negatív hatással van felugrási teljesítményre.
- 4) Feltételezzük, hogy 10% feletti alsó végtagi aszimmetria esetén nagyobb lesz a teljesítmény romlás pároslábás felugrás esetén.

Ha a kutatásunk eredményei igazolják ezeket a hipotéziseket, akkor ez a sportági edzők és a testnevelő tanárok számára jelentős és hasznos információt szolgáltathat annak érdekében, hogy elkerüljék, vagy csökkentsék az alsó végtagi aszimmetriai eltéréseket, ezzel növelve akár a sportteljesítményt.

### III. Vizsgálati anyagok és módszerek

A mérésekben 20 fő egyetemen tanuló fiú vett részt, akik heti kettő, kilencven perces kosárlabda edzésen vesznek részt, általános jellemzőiket az 1. táblázat tartalmazza. Korábban a legtöbbjük amatőr egyesületeknél sportolt, ma már az egyetem utáni szabad idejüket töltik kosárlabdázással. Ezen felül a megyei rendezésű bajnokságban is részt vesznek, ami a medikus kupára való felkészülésüket szolgálja.

A tesztek elvégzése előtt a résztvevő sportolók standardizált sportág specifikus bemelegítést hajtottak végre 15 percen keresztül. Ezen idő alatt futóiskola gyakorlatokat és gimnasztika feladatokat végeztek, hogy felkészítsék a szervezetüket a sporttevékenységre. A vizsgálatok elvégzéséhez minden játékosnak sérülésmentesnek kellett lennie, hogy releváns értékeket kapjunk. Illetve, hogy szem előtt tarthassuk fizikai jóllétüket és ne szenvedjenek el semmilyen károsodást a mérések során.

|                   | átlag  | szórás |
|-------------------|--------|--------|
| Kor (év)          | 23,90  | 3,96   |
| Testmagasság (cm) | 187,70 | 5,12   |
| testsúly (kg)     | 91,00  | 11,72  |
| edzés évek (év)   | 11,25  | 5,05   |

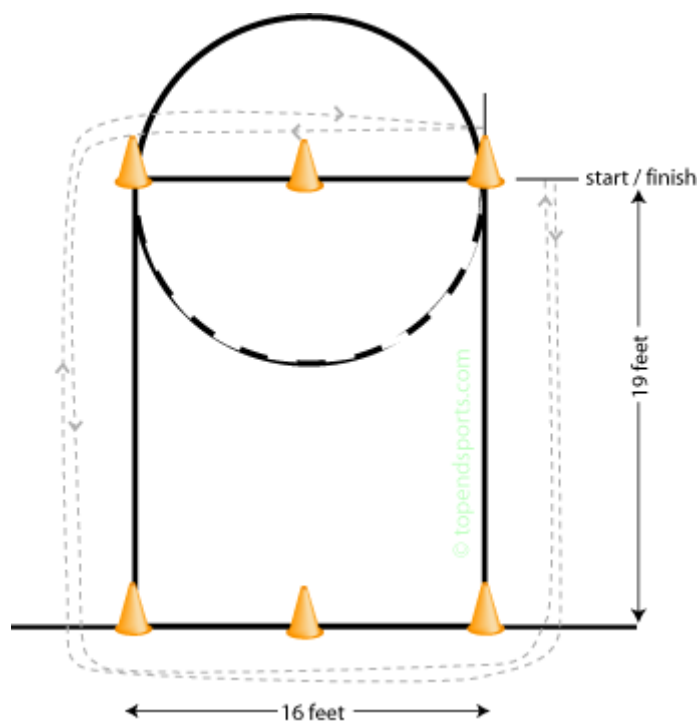
1. táblázat: Vizsgált személyek adatai

Az alsóvégtagi aszimmetria felmérésére Noyes és mtsai. (1991) azon tesztjeit használtuk, amelyek egylábról végrehajtott ugrást tartalmaznak. Minden ugrást két ismétléssel hajtottak végre a résztvevők mindkét lábbal. Először felmértük a három egymást követő egylábas ugrást, jobb és bal lábbal is. A méréseket Optojump segítségével végeztük. Majd a Noyes-i mintán tovább haladva az időt mérve a játékosoknak 6 métert kellett egy lábon szökdelve megtenni bal, illetve jobb lábon. Ezután felmértük az egylábról végzett távolugrást. A Noyes-féle felméréseket kiegészítettük egylábról végzett vertikális súlypontemelkedés méréssel is.

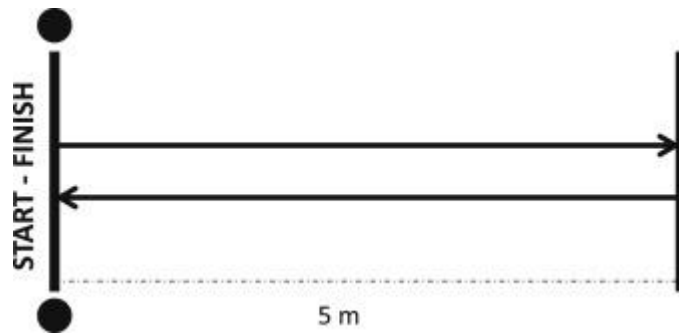
Ezt követően felmértük az irányváltoztatást (change of direction, COD), melyhez 5 métert kellett kimérni és két bójával kijelölni (2. ábra). Nem hagyományos bóját használtunk, mert az túl balesetveszélyes lett volna, ugyanis, ha rálépnek a sportolók, könnyen elcsúszhatnak. A sérülések elkerülése céljából lapos, gumiból készült bóját helyeztünk el a megadott távolságra. Ez a típusú bója nem csúszik el a talajon, sőt erre kifejezetten ki is lehet támasztani, így biztosan balesetmentesen teljesíti a játékos a megadott feladatot. Ezt a

gyakorlatot kétféle verzióban kellett végrehajtani. Egyszer jobb, majd bal lábbal kellett végezni a kitámasztást a bójánál. Mindkét verziót kétszer kellett megismételni. Ezt a 10 méter távolságot minél gyorsabban kellett megtenni és oldalanként a legjobb időt vettük figyelembe. A mérések között minden alanynak 1 perc állt rendelkezésre pihenni.

A sportteljesítményt befolyásoló erőnléti paraméterek mérésére kettő sportág specifikus tesztet választottunk. Az első tesztel agilitást mértünk (Lane agility), melyhez a kosárlabda pályán felfestve található büntető területet használtuk (1. ábra) (*Lane Agility Drill Test*, é. n.). Ha nincsen kéznél egy felfestett kosárlabdapálya, akkor tökéletesen megoldható mérőszalaggal és négy bójával a terület kijelölése. A teszt tartalmaz előre futást, oldalazó védőlébmunkát és hátra futást. A gyakorlat pontos menete: előre sprint – védőlébmunka - hátra futás - védőlébmunka. A stopperóra akkor indult el, amikor a sportoló elkezdte a mozgást és az utolsó vonal érintésével ért véget. A felmérés elvégéséhez csak egy stopperórára volt szükségünk, hogy lemérjük a teljesítés idejét. Ezt a gyakorlatot is minden játékos kétszer hajtotta végre.



1. ábra: Lane agility teszt (Lane Agility Drill Test, é. n.)



2. ábra: COD teszt (Fort-Vanmeerhaeghe és mtsai., 2015)

A második tesztel a páros lábas vertikális súlypontemelkedést mértük. Az ugrások magasságát és távolságát az Optojump nevű mérőeszközzel végeztük. Maga az eszköz egy adó és egy vevő rúdból álló optikai mérőrendszer, amely észleli a rudak közötti kommunikáció megszakadásait és pontosan kiszámítja azok időtartamát (3. ábra). Az adó és vevő sáv folyamatos kommunikációban vannak egymással és lehetővé teszi a levegőben töltött idő, valamint a talajra érkezési idő megállapítását. Továbbá a rendszer képes a sportoló teljesítményéhez kapcsolódó fontos paraméterek behatárolására maximális pontossággal. Ezeket az információkat el tudjuk menteni az adatbázisba, akár személyekre lebontva, ezáltal könnyen visszaellenőrizhető és összehasonlítható a későbbi vagy korábbi mérésekkel. Ezzel az eszközzel kitűnően mérhető agilitás, felugrás, valamint mélybeugrás is (*OptoJump Next* | Microgate, é.n.). A karok csípőre tartásban voltak, hogy biztosan elkerüljük a karok lendítéséből származó plusz segítségadást, mivel csak az alsó végtagok erő kifejtését volt célunk figyelembe venni. A felmérés úgy kezdődött, hogy a sportolóknak be kellett lépni a két mérő rúd közé, majd ott végre hajtották a felugrást. A rendszer érzékelte a felugrás magasságát és a levegőben töltött időt. Két pároslábas felugrást mértünk, köztük egy perc pihenőidővel.

A következő mérés az előzőn alapult, de már a Noyes-i mintát követtük. Noyes egy négy részből álló felmérést készített, ami klinikailag igazolt méréseket mutat be. Ezekből a tesztek közül hármat találtunk relevánsnak a munkánkban, így azokat végeztettük el a vizsgálatban résztvevőkkel. Az alsóvégtagi aszimmetria felmérésére Noyes és mtsai. (1991) tesztjeit használtuk, amely tartalmaz egy lábas felugró tesztet és egy páros lábas ugrást.



3. ábra: Optojump felmérés

Valamint ide tartozik még az egylábás előre ugrás (Noyes1) a három egymást követő egylábás ugrás (Noyes3), jobb és bal lábbal is, illetve a 6 méteres táv egy lábas szökdeléssel (Noyes6) való teljesítése, ahol az időt mértük. A méréseket Optojump segítségével rögzítettük.

Az első ugrás már nem vertikálisan történt, hanem előre felé. Fontos szempont volt továbbra is a kar és a láblendítés elkerülése, hogy pontos adatokat kapjunk. Többször tapasztaltuk, hogy kiugrottak a mérő területről, mivel használták a felső - és alsóvégtagok plusz erejét. Ezeket a méréseket természetesen megismételtük. A rendszerben a távolság függvényét figyeltük meg és rögzítettük.

A harmadik típushoz már nem volt szükség az Optojump-ra, csak egy mérőszalagra, amivel 6 métert kellett kimérni egy sík területen. Jelen vizsgálat alatt stopperórára is szükség volt, hogy pontosan tudjuk rögzíteni az alany végrehajtási idejét. A korábbi mérésekhez hasonlóan, mindkét lábbal, kétszer hajtották végre, végtagonként a sportolók.

Az eredmények kiértékelése során normál eloszlást (Shapiro-Wilk teszt) vizsgáltunk. Minden felmért változó normál eloszlást mutatott, ezért a csoport átlag különbségek megállapítása során 2 mintás t-próbát, vagy páros t-próbát alkalmaztunk, attól függően, hogy

független minták eredményeit vizsgáltuk, vagy sem. Független minták összehasonlítása volt a 10%-nál kisebb és nagyobb aszimmetriát mutató sportolók felmért változóinak összehasonlítása. A szignifikancia szintet  $p < 0,05$  értékben határoztuk meg. Ezt követően korrelációs analízist (Pearson-féle) készítettünk.

#### IV. Eredmények

A Lane agility és a COD mérések során a legjobb időt vettük figyelembe (2.táblázat). Az irányváltási teszt során megvizsgáltuk a jobb és bal láb közötti eltérést, ami átlagosan 5% volt. Fontos kiemelni még, hogy az irányváltoztatási felmérés során a 20 vizsgált személyből egynél találtunk 10%-nál nagyobb aszimmetriai eltérést. Ezekhez a sportteljesítményi mérésekhez kapcsolódik még a páros lábas felugrás, ahol az átlag magasság 36,42 cm (3.táblázat).

|              | Átlag | Szórás |
|--------------|-------|--------|
| Lane agility | 5,44  | 0,44   |
| COD erősebb  | 2,77  | 0,17   |
| COD gyengébb | 2,66  | 0,15   |

2. táblázat: Lane agility és COD tesztek adatai (mp)

|                           | Átlag | Szórás |
|---------------------------|-------|--------|
| 1 lábas felugrás erősebb  | 20,41 | 4,13   |
| 1 lábas felugrás gyengébb | 18,32 | 3,90   |
| Páros láb                 | 36,43 | 5,13   |

3. táblázat: Az egy lábas felugrás és a páros lábas felugrás mérések adatai (cm)

Ezt követően elemeztük az aszimmetriára irányuló méréseket, ahol először megvizsgáltuk az eloszlás kérdését és minden eredményük normál eloszlásúnak bizonyult. Különösen érdekes tény, hogy először megnéztünk minden egyes felugrást jobb és bal lábra viszonyítva és nem találtunk szignifikáns különbséget, majd, amikor egy újabb számolást hajtottunk végre a gyengébb és az erősebb láb tekintetében, akkor a különbség már szignifikánsnak bizonyult. Ebből kifolyólag az aszimmetria számításoknál nem a jobb és a bal láb eredményeiből számoltunk, hanem minden vizsgált személyenként az erősebb és gyengébb oldal eredményeiből.

A vizsgált 20 sportoló közül csupán négyenél tapasztaltuk a bal lábat erősebbnek, mint a jobbat az egy lábas felugrás felmérése során. A Noyes féle egy lábas ugrás esetében átlagosan

6% eltérést figyeltünk meg a két alsó végtag között, majd a Noyes3 ugrásoknál ez az érték már csak 3% volt. Az utolsó aszimmetria vizsgálatnál a Noyes6 ugrásos teszt esetében újra 5%-os eltérés állt fenn (4.táblázat).

A sportteljesítményi méréseket összevetettük az aszimmetriai eredményekkel több összefüggést megvizsgálva (5. táblázat). Fontos megfigyelésre tettünk szert az egy lábas felugrás adatai között, hiszen a 20 sportoló átlag eltérése 10%-ot mutatott, így ezt az eredményt vetettük össze a páros lábon végzett felugrással, ahol a korreláció 0,47, ami egy közepes, pozitív irányú kapcsolatot jelent (6.táblázat). A következő fontos megfigyelést a Lane agility és a Noyes hármas felugrás összevetésénél találtuk, ahol az előző korrelációs eredménnyel ellentétben negatív irányú kapcsolatot tapasztaltunk (-0,57) (6.táblázat).

|                      | Átlag  | Szórás |
|----------------------|--------|--------|
| Noyes1 erősebb (cm)  | 128,42 | 19,89  |
| Noyes1 gyengébb (cm) | 121,74 | 20,53  |
| Noyes3 erősebb (m)   | 6,60   | 0,18   |
| Noyes3 gyengébb (m)  | 6,46   | 0,16   |
| Noyes6 erősebb (mp)  | 2,36   | 0,20   |
| Noyes6 gyengébb (mp) | 2,25   | 0,16   |

4. táblázat: Noyes-féle tesztek eredményei

|        | 1 lábas felugrás | Noyes1 | Noyes3 | Noyes6 | COD  |
|--------|------------------|--------|--------|--------|------|
| Átlag  | 0,90             | 0,95   | 0,98   | 0,96   | 0,96 |
| Szórás | 0,08             | 0,03   | 0,01   | 0,03   | 0,03 |

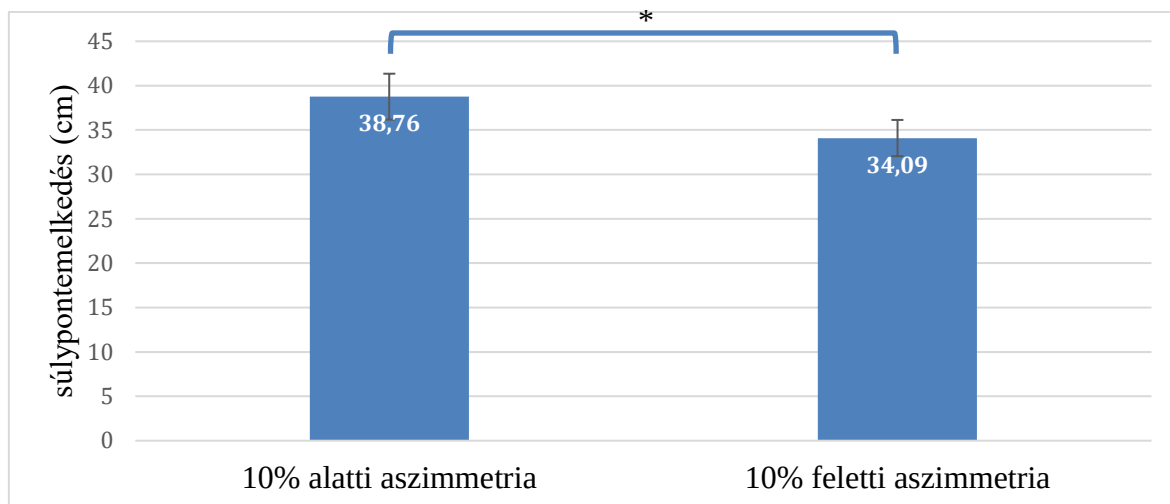
5. táblázat: Aszimmetriai eredmények (erősebb és gyengébb oldal aránya százalékban)

|              | Lane agility | COD % | 1 lábas % | Páros láb | Noyes1 % | Noyes3 % | Noyes6 % |
|--------------|--------------|-------|-----------|-----------|----------|----------|----------|
| Lane agility | 1,00         | -0,12 | -0,13     | -0,03     | 0,06     | -0,57    | -0,02    |
| COD %        | -0,12        | 1,00  | -0,29     | -0,25     | -0,21    | -0,04    | 0,12     |
| 1 lábas %    | -0,13        | -0,29 | 1,00      | 0,47      | 0,16     | 0,22     | 0,18     |
| Páros láb    | -0,03        | -0,25 | 0,47      | 1,00      | -0,08    | 0,10     | -0,11    |
| Noyes1 %     | 0,06         | -0,21 | 0,16      | -0,08     | 1,00     | 0,23     | 0,03     |
| Noyes3 %     | -0,57        | -0,04 | 0,22      | 0,10      | 0,23     | 1,00     | 0,18     |
| Noyes6 %     | -0,02        | 0,12  | 0,18      | -0,11     | 0,03     | 0,18     | 1,00     |

6. táblázat: Korrelációs adatok

Az egylábas felugrás esetén az erősebb és a gyengébb oldal közti aszimmetriát figyelembe véve összehasonlítottuk a 10%-os eltérés alatti, ill. feletti sportolók eredményeit. Azt tapasztaltuk, hogy a 10%-nál kisebb eltéréssel rendelkező kosárlabdázók szignifikánsan jobb

eredményt érték el a páros lábas felugrás teszt során, mint a 10%-nál nagyobb aszimmetriával rendelkezők (4. ábra).



4. ábra: Az egy lábás felugrások során az erősebb és gyengébb oldal közötti 10%-nál kisebb és 10%-nál nagyobb aszimmetriával rendelkezők párosról végzett felugráseredményei (\* $p < 0,05$ )

Az irányváltoztatási gyorsaságot mérő teszt (Lane agility) esetén már nem tapasztaltunk szignifikáns különbséget, bármelyik aszimmetria tesztet (Noyes1, Noyes3, Noyes6, COD) is vettük figyelembe a 10%-nál kisebb és nagyobb eltéréssel rendelkező vizsgált személyeknél.

## V. Következtetések

A vizsgálatunk egyik fő megállapítása az volt, hogy az aszimmetria negatív hatást gyakorol a sportteljesítményben a kosárlabdázók körében. Ugyanis a felmért sportolóknál kimutatható a közel 10%-os eltérés az alsó végtagokban. Az aszimmetriára irányuló teszteket vízszintes és függőleges felugrásoknál elemeztük, majd ezeket vetettük össze a sportteljesítmény felmérésekkel. Jelentős eltérést tapasztaltunk a Noyes három ugrásos- és az agilitást mérő teszt között, mivel ezen két kapott értéknél lényeges korrelációs különbséget találtunk. Jelen esetben negatív korrelációról beszélhetünk, mert a változók ellentétes irányba mozognak. Ez a kapott érték  $-0,573$ , ami teljesen a meghatározott paraméterek közepét súrolja, így negatív, közepes korreláció áll fent. Tehát az első hipotézisünk beigazolódott, miszerint az alsó végtagi aszimmetria negatívan befolyásolja a kosárlabdázókat az irányváltoztatási gyorsaság területén.

Azonban második hipotézisünk nem igazolódott, hiszen egyik kétoldali aszimmetriát mérő tesztünk során sem alakult ki a 10%-nál kisebb, ill. nagyobb eltéréssel rendelkező csoportok között szignifikáns eltérés az irányváltásos gyorsaságot vizsgáló tesztben.

A harmadik fontos eredmény az egylábos felugró-, valamint a páros lábbal végrehajtott felugrási teszt között volt megfigyelhető. A korrelációs analízis kimutatta, hogy pozitívan közepes (0,469) a kapcsolat a két mérés között, tehát a változók egymással megegyező irányba mozdulnak el. Szóval a szimmetria pozitívan befolyásolja a felugrási teljesítményt, amiből arra tudunk következtetni, hogy az aszimmetria pedig negatív hatással van a felugrásra a kosárlabdázók esetében. Összegezve ezen adatokat, az értékek alátámasztják a harmadik hipotézisünket is.

A negyedik hipotézisünk vizsgálatának során az egylábról végrehajtott felugrások kétoldali aszimmetriaértékei alapján alakítottunk ki két csoportot. A 10%-nál kisebb és a 10%-nál nagyobb eltérést produkáló csoportok páros lábas felugráseredményeit vetettük így össze. Azt tapasztaltuk, hogy az egylábos felugrások során nagyobb kétoldali aszimmetriával rendelkezők szignifikánsan gyengébb teljesítménnyel rendelkeztek a pároslábas felugrás esetén. Ezáltal hipotézisünket elfogadtuk. Ezt az eredményt Bell és mtsai (2014) is felfedezték a kutatásukban, miszerint akkor romlik a felugrási teljesítmény, ha az alsó végtagok közötti érték eléri vagy meghaladja a 10%-ot.

A dolgozat, olyan szempontból szenved hiányt, hogy nem tudjuk a sportolók korábbi sérülési előéletét. Fontos tényező az aszimmetria vizsgálat során, hogy a játékosok teljesen ép végtagokkal végzik az adott sportágat, vagy már egy vagy akár több sérülést követően. Ez a végeredmények tekintetében elhanyagolhatatlan nézőpont. Az is érdekes felvetés, hogy a korábbi sérülés az alsó végtagi eltérésből adódott, vagy ettől függetlenül. De az is fennállhat, hogy a sérülés után a sportoló nem megfelelő rehabilitációban részesült, ami aszimmetriát eredményezett nála. Tehát sokkal tágabb képet kaphatnánk a témáról, ha a fellebb említett eseteket is számításba vennénk/vettük volna. Ahogy Ferioli és mtsai (2020) is elemezték az összefüggéseket, a megnövekedett kontaktusszám és a sportág specifikus elemek végrehajtása 1-3 másodpercenkénti változása azt eredményezte, hogy a sérülés kockázata is magasabb lett.

Több szakirodalom is beszámol a kosárlabdában gyakran előforduló sérülésekről, ami a sok és gyors irányváltoztatásoknak, a felugrásoknak és a kitámasztásoknak következtében alakul ki. Az észak-amerikai profi kosárlabda liga szerint a térd sérülések a leggyakoribbak az

NBA-ban, de Adillón és mtsai (2022) szerint szintén rengetegszer szenvednek el a kosárlabdázók bokasérülést egy lepattanó harc közben vagy egy dobás utáni visszaérkezés során. Tehát a sportági elemek magas sérülési rátát mutatnak, ami arra enged meg minket következtetni, hogy nem elhanyagolható téma az alsó végtagi aszimmetria.

A jövőben érdemes lenne hangsúlyt fektetni az utánpótlás korú gyermekek felmérésére is, mivel nagyon kevesen érintették ezt a témát. Pedig az aszimmetria kiküszöbölése pontosan a fiatal generációnál lenne a leghatékonyabb, mert ők még fejlődésben vannak és könnyebben adaptálódnak az új gyakorlatokhoz. Fizikai fejlődésük tekintetében szenzitív időszakban vannak, ahol a leginkább javítható a fizikai állapotuk és ezáltal csökkenthető lenne a sérülések kockázata is. Minden életkornak megvan a maga sajátossága, amit abban a korszakban lehet a legjobban fejleszteni, éppen ezért érdemes lenne ezeknek a „követelményeknek” eleget téve cselekedni. Hiszen minden sportmozgás alapja a kondicionális képességekben rejlik és ha azok hiányosan vannak elsajátítva, akkor az adott sportoló nem a korosztályához mérten fog fejlődni. Szakadékok alakulhatnak ki az egykorú gyermekek között, ami a választott sportágban jelenthet retardációt vagy akcelerációt.

A gyakorlati hasznosítás szempontjából igazán fontos lenne, hogy a sportszakemberek nagyobb figyelmet szenteljenek az alsó végtagi aszimmetria kérdésre, hiszen ők találkoznak először a gyerekekkel a sport világában. Az agilitás, az irányváltóztatás és az egyensúly gyakorlatok is kombinálhatók a kerettantervben szerepelt követelményekkel. Ezen felül érdemes lenne ezeket a képességeket monitorozni időről-időre, hogy a kapott eredmények alapján megfelelő rálátással legyünk az aktuális állapotra és a fejlődés mértékére. Akiknél kiugró értéket tapasztalnak a testnevelőtanárok vagy éppen a sportági edzők, azoknak a sportolóknak és diákoknak legyen lehetőségük kapcsolatba lépni a megfelelő szakemberekkel, mint pl.: gyógytornász. Valamint a mindennapos testnevelés keretein belül biztosítsanak alternatívát azon gyerekek számára, akik esetén fennáll az aszimmetria miatti sérülésveszély és sportteljesítmény romlás. A kosárlabdát illetően, az edzőknek hangsúlyt kell fektetni a mindkét oldali tevékenységre. Tehát, amit elvégeztetnek az egyik irányba, azt végeztessék el a másikba is, amely gyakorlathoz egyik lábat jobban kell használni, annak ellentétes verziójánál is követeljék meg az ellentétes végtag használatát. Legyen szó akár alsó, akár felső végtagot megmozgató gyakorlatról, elkerülve a lehetséges aszimmetria kialakulását. A kétoldali feladatmegoldó képesség nagyban növeli a fejlődésben lévő fiatalok kognitív képességeit, ezzel tovább könnyítve a pedagógusok és edzők későbbi munkáját. A mindennapos testnevelés órákon való aktív részvétel a

tanulmányi eredmények későbbi javulásában is szerepet játszhat, míg az edzésen alkalmazott komplikáltabb technikai- és taktikai elemek elsajátítása is könnyebben fog sikerülni a sportolónak, ha agyi kapacitása nagyobb spektrumban kerül kihasználásra.

## VI. Hivatkozott irodalmak listája

Adillón, C., Gallegos, M., Treviño, S., & Salvat, I. (2022). Detection of Neuromuscular Deficits in Movement Pattern among Uninjured Federated Youth Basketball Players: A Cross-Sectional Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(7), 4077. <https://doi.org/10.3390/ijerph19074077>

Alemдарoğlu, U. (2012). The Relationship Between Muscle Strength, Anaerobic Performance, Agility, Sprint Ability and Vertical Jump Performance in Professional Basketball Players. *Journal of Human Kinetics*, 31, 149–158. <https://doi.org/10.2478/v10078-012-0016-6>

Barrera-Domínguez, F. J., Carmona-Gómez, A., Tornero-Quiñones, I., Sáez-Padilla, J., Sierra-Robles, A., & Molina-López, J. (2021). Influence of Dynamic Balance on Jumping-Based Asymmetries in Team Sport: A between-Sports Comparison in Basketball and Handball Athletes. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(4), 1866. <https://doi.org/10.3390/ijerph18041866>

Bell, D. R., Sanfilippo, J. L., Binkley, N., & Heiderscheit, B. C. (2014). Lean Mass Asymmetry Influences Force and Power Asymmetry During Jumping in Collegiate Athletes. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*, 28(4), 884–891. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000367>

Bishop, C., Brashill, C., Abbott, W., Read, P., Lake, J., & Turner, A. (2021). Jumping Asymmetries Are Associated With Speed, Change of Direction Speed, and Jump Performance in Elite Academy Soccer Players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 35(7), 1841. <https://doi.org/10.1519/JSC.00000000000003058>

Bishop, C., Turner, A., & Read, P. (2018). Effects of inter-limb asymmetries on physical and sports performance: A systematic review. *Journal of Sports Sciences*, 36(10), 1135–1144. <https://doi.org/10.1080/02640414.2017.1361894>

Brown, S. R., Feldman, E. R., Cross, M. R., Helms, E. R., Marrier, B., Samozino, P., & Morin, J.-B. (2017). The Potential for a Targeted Strength-Training Program to Decrease Asymmetry and Increase Performance: A Proof of Concept in Sprinting. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(10), 1392–1395. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0590>

Ceroni, D., Martin, X. E., Delhumeau, C., & Farpour-Lambert, N. J. (2012). Bilateral and Gender Differences During Single-Legged Vertical Jump Performance in Healthy Teenagers. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(2), 452. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31822600c9>

Domínguez-Navarro, F., Gámez-Payá, J., Ricart-Luna, B., & Chulvi-Medrano, I. (2024). Exploring the Implications of Inter-Limb Asymmetries on Sprint, Agility, and Jump Performance in Young Highly-Trained Basketball Athletes: Is There a Relevant Threshold? *Medicina*, 60(1), 131. <https://doi.org/10.3390/medicina60010131>

- Dos'Santos, T., Thomas, C., Jones, P. A., & Comfort, P. (2017). Mechanical Determinants of Faster Change of Direction Speed Performance in Male Athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(3), 696. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001535>
- Ferioli, D., Rampinini, E., Martin, M., Rucco, D., Torre, A. L., Petway, A., & Scanlan, A. (2020). Influence of ball possession and playing position on the physical demands encountered during professional basketball games. *Biology of Sport*, 37(3), 269–276. <https://doi.org/10.5114/biol sport.2020.95638>
- Fort-Vanmeerhaeghe, A., Gual, G., Romero-Rodriguez, D., & Unnitha, V. (2016). Lower Limb Neuromuscular Asymmetry in Volleyball and Basketball Players. *Journal of Human Kinetics*, 50, 135–143. <https://doi.org/10.1515/hukin-2015-0150>
- Fort-Vanmeerhaeghe, A., Montalvo, A. M., Sitjà-Rabert, M., Kiefer, A. W., & Myer, G. D. (2015). Neuromuscular asymmetries in the lower limbs of elite female youth basketball players and the application of the skillful limb model of comparison. *Physical Therapy in Sport*, 16(4), 317–323. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2015.01.003>
- Gonzalo-Skok O., Dos'Santos T., & Bishop C. (2023). Assessing Limb Dominance and Interlimb Asymmetries Over Multiple Angles During Change of Direction Speed Tests in Basketball Players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 37(12), 2423. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000004558>
- Havens, K. L., & Sigward, S. M. (2015). Cutting Mechanics: Relation to Performance and Anterior Cruciate Ligament Injury Risk. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 47(4), 818. <https://doi.org/10.1249/MSS.00000000000000470>
- Hewitt, J., Cronin, J., & Hume, P. (2012). Multidirectional Leg Asymmetry Assessment in Sport. *Strength & Conditioning Journal*, 34(1), 82. <https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e31823e83db>
- Keeley, D. W., Plummer, H. A., & Oliver, G. D. (2011). Predicting Asymmetrical Lower Extremity Strength Deficits in College-Aged Men and Women Using Common Horizontal and Vertical Power Field Tests: A Possible Screening Mechanism. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(6), 1632. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181ddf690>
- Lane Agility Drill Test.* (é. n.). Elérés 2024. május 9., forrás <https://www.topendsports.com/testing/tests/agility-lane.htm>
- Mancı, E., Herold, F., Günay, E., Güdücü, Ç., Müller, N. G., & Bediz, C. Ş. (2023). The Influence of Acute Sprint Interval Training on the Cognitive Performance of Male Basketball Players: An Investigation of Expertise-Related Differences. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(6), 4719. <https://doi.org/10.3390/ijerph20064719>
- McElveen, M. T., Riemann, B. L., & Davies, G. J. (2010). Bilateral Comparison of Propulsion Mechanics During Single-Leg Vertical Jumping. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(2), 375. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181c06e0b>
- Noyes, F. R., Barber, S. D., & Mangine, R. E. (1991). Abnormal lower limb symmetry determined by function hop tests after anterior cruciate ligament rupture. *The American Journal of Sports Medicine*, 19(5), 513–518. <https://doi.org/10.1177/036354659101900518>

*OptoJump Next* | Microgate. (é. n.). Elérés 2024. május 11., forrás  
<https://training.microgate.it/en/products/optojump-next>

Paul, D. J., Gabbett, T. J., & Nassis, G. P. (2016). Agility in Team Sports: Testing, Training and Factors Affecting Performance. *Sports Medicine*, 46(3), 421–442.  
<https://doi.org/10.1007/s40279-015-0428-2>

PolICASTRO, F., ACCARDO, A., MARCOVICH, R., PELAMATTI, G., & ZOIA, S. (2018). Relation between Motor and Cognitive Skills in Italian Basketball Players Aged between 7 and 10 Years Old. *Sports*, 6(3), 80. <https://doi.org/10.3390/sports6030080>

Rahnama, N., Lees, A., & Bambaecichi, E. (2005). Comparison of muscle strength and flexibility between the preferred and non-preferred leg in English soccer players. *Ergonomics*, 48(11–14), 1568–1575. <https://doi.org/10.1080/00140130500101585>

Rubin, E. B., Mazzoli, V., Black, M. S., Young, K., Desai, A. D., Koff, M. F., Sreedhar, A., Kogan, F., Safran, M. R., Vincentini, D. J., Knox, K. A., Yamada, T., McCabe, A., Majumdar, S., Potter, H. G., & Gold, G. E. (2021). Effects of the Competitive Season and Off-Season on Knee Articular Cartilage in Collegiate Basketball Players Using Quantitative MRI: A Multicenter Study. *Journal of magnetic resonance imaging : JMRI*, 54(3), 840–851. <https://doi.org/10.1002/jmri.27610>

Schiltz, M., Lehance, C., Maquet, D., Bury, T., Crielaard, J.-M., & Croisier, J.-L. (2009). Explosive Strength Imbalances in Professional Basketball Players. *Journal of Athletic Training*, 44(1), 39–47.

Struzik, A., Pietraszewski, B., & Zawadzki, J. (2014). Biomechanical Analysis of the Jump Shot in Basketball. *Journal of Human Kinetics*, 42, 73–79. <https://doi.org/10.2478/hukin-2014-0062>

Theoharopoulos A., & Tsitskaris G. (2000). Isokinetic evaluation of the ankle plantar and dorsiflexion strength to determine the dominant limb in basketball players. *Isokinetics and Exercise Science*, 8(4), 181–186. <https://doi.org/10.3233/IES-2000-0049>

Young, W. B., Dawson, B., & Henry, G. J. (2015). Agility and Change-of-Direction Speed are Independent Skills: Implications for Training for Agility in Invasion Sports. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 10(1), 159–169.  
<https://doi.org/10.1260/1747-9541.10.1.159>