

TREBALL FINAL DE GRAU



FACULTAT DE PSICOLOGIA, CIÈNCIES DE L'EDUCACIÓ I
DE L'ESPORT

Grau en Ciències de l'Activitat Física i de l'Esport (CAFE)

Relació entre les asimetries neuromusculars i el rendiment
físic en futbolistes joves de competició.

Autor:
Jordi Pumarola Peris

Tutor/a:
Dra. Azahara Fort Van-Meerhaeghe

Barcelona, 12 de maig del 2020

ÍNDEX

ABSTRACT	4
1. Introducció.....	7
2. Marc Teòric	8
2.1. Anàlisi de les principals Habilitats Motrius Bàsiques determinants en el futbol; els canvis de direcció (COD), Esprints, i altres	8
2.2. Efectes de les Asimetries Neuromusculars en el rendiment de les Habilitats Motrius Bàsiques (HMB) del futbol.....	12
2.2.1. Asimetria neuromuscular i rendiment.....	12
2.2.2. Asimetria neuromuscular i risc de lesió	13
2.2.3. Asimetries i entrenament	13
2.3. Principals instruments per valorar les asimetries neuromusculars entre extremitats inferiors.....	14
3. Model d'anàlisi	17
3.1. Mètode	17
3.2. Disseny	18
3.3. Participants	19
3.4. Procediment.....	20
3.4.1. Variables Dependents	20
3.4.2. Variables Independents	24
3.5. Anàlisi de dades.....	25

4. Resultats	26
5. Discussió	29
6. Conclusions	32
7. Planificació i Cronograma del Treball de Final de Grau (TFG)	32
8. Pressupost.....	35
9. Bibliografia.....	36
10. Annex	41

ABSTRACT

La relació entre les asimetries neuromusculars de les extremitats inferiors, i el rendiment físic és una recent, i innovadora línia d'investigació. L'objectiu principal d'aquest Treball de Final de Grau (TFG) era examinar les possibles relacions entre les asimetries neuromusculars de les extremitats inferiors, i el rendiment físic. Un dels principals objectius secundaris va ser estudiar la presència, la significança, i la direccionalitat de les asimetries. Vint-i-sis futbolistes joves de competició (edat = $20,22 \pm 1,43$ anys; pes = $71,47 \pm 8,34$; alçada = $177,26 \pm 8,4$ m; IMC = $22,53 \pm 1,93$) van realitzar els tests de salt unilateral en contramoviment (*SLCMJ*), canvi de direcció de 180° (*505CODT*), i esprint de deu metres (*10 m Sprint Test*). El tant per cent de asimetria (%ASI) es va calcular pel *SLCMJ*, i pel *505COD Test*. La correlació de Pearson (r) es va utilitzar per cercar possibles relacions entre els diferents tests. Finalment, el *COD deficit* va ser calculat a partir de la resta dels temps d'execució entre el *505CODT* i el *10 m Sprint Test*. No es van trobar correlacions entre els tests realitzats. El %ASI del *SLCMJ* es va correlacionar amb la *DL* del *SLCMJ* ($p < 0,05$; $r = -0,4$), i *NDL* del *SLCMJ* ($p < 0,05$; $r = -0,53$). La *DL* del *505CODT* va obtenir una gran correlació amb el *COD deficit* ($p < 0,0001$; $r = 0,84$), fet que no va succeir amb la *NDL*. En conclusió, aquest estudi indica una falta de relació entre les asimetries neuromusculars, i el rendiment físic en futbolistes joves de competició.

Paraules Clau: asimetries neuromusculars, rendiment físic, tests físics

ABSTRACT

La relación entre las asimetrías neuromusculares de las extremidades inferiores, y el rendimiento físico es una reciente, e innovadora línea de investigación. El objetivo principal de este Trabajo de Fin de Grado (TFG) era examinar las posibles relaciones entre las asimetrías neuromusculares de las extremidades inferiores, y el rendimiento físico. Uno de los principales objetivos secundarios fue estudiar la presencia, la significancia, y la direccionalidad de las asimetrías. Veintiséis futbolistas jóvenes de competición (edad = $20,22 \pm 1,43$ años; peso = $71,47 \pm 8,34$; altura = $177,26 \pm 8,4$ m; IMC = $22,53 \pm 1,93$) realizaron los test de salto unilateral en contra movimiento (*SLCMJ*), cambio de dirección de 180° (*505CODT*), y esprint de diez metros (*10 m Sprint Test*). El porcentaje de asimetría (%ASI) se calculó por el *SLCMJ*, y por el *505COD Test*. La correlación de Pearson (r) se utilizó para buscar posibles relaciones entre los diferentes test. Finalmente, el *COD déficit* fue calculado a partir de la diferencia de los tiempos de ejecución entre el *505CODT* y el *10 m Sprint Test*. No se encontraron correlaciones entre los test realizados. El %ASI del *SLCMJ* se correlacionó con la *DL* del *SLCMJ* ($p < 0,05$; $r = -0,4$), y *NDL* del *SLCMJ* ($p < 0,05$; $r = -0,53$). La *DL* del *505CODT* obtuvo una gran correlación con el *COD deficit* ($p < 0,0001$; $r = 0,84$), lo que no sucedió con la *NDL*. En conclusión, este estudio indica una falta de relación entre las asimetrías neuromusculares, y el rendimiento físico en jóvenes futbolistas de competición.

Palabras Clave: asimetrías neuromusculares, rendimiento físico, test físicos

ABSTRACT

The relationship between inter-limb asymmetries and physical performance is an innovative line of research. The main objective of this Final Degree Project (FDP) was to examine the possible relationships between inter-limb asymmetries and physical performance. One of the main secondary objectives was to study the presence, significance, and directionality of these asymmetries. Twenty-six youth competitive football players (age = 20.22 ± 1.43 years; weight = 71.47 ± 8.34 ; height = 177.26 ± 8.4 m; BMI = 22.53 ± 1.93) performed the single-leg countermovement jump (SLCMJ), 180° change of direction (505CODT), and 10 metre sprint test. The percentage of asymmetry (%ASI) was calculated by the SLCMJ and 505COD Test. Pearson's correlation (r) was used to look for possible relationships between the different tests. Finally, the COD deficit was calculated from the difference in run times between the 505CODT and the 10 m Sprint Test. No correlations were found between performed tests. The %ASI of the SLCMJ was correlated with the DL of the SLCMJ ($p < 0.05$; $r = -0.4$), and NDL of the SLCMJ ($p < 0.05$; $r = -0.53$). The DL of the 505CODT obtained a high correlation with the COD deficit ($p < 0.0001$; $r = 0.4$), which did not occur with the NDL. In conclusion, this study indicates a lack of relationship between inter-limb asymmetries and physical performance in youth competitive football players.

Keywords: inter-limb asymmetries, performance, fitness testing

1. Introducció

Les asimetries en les extremitats inferiors han estat una línia d'investigació comú i necessària en els últims anys degut a la demostració de la seva importància, tant pel rendiment de l'esportista com per preveure i prevenir possibles futures lesions (Bishop, Turner, Maloney, Lake, Loturco, Bromley, i Read, 2019; Madruga, Bishop, Beato, Fort-Vanmeerhaeghe, Gonzalo-Skok, i Romero-Rodríguez, 2019; Dos'Santos, Bishop, Thomas, i Comfort, 2019). Pel que al rendiment correspon s'ha demostrat que la asimetria neuromuscular es correlaciona negativament amb el salt vertical, la velocitat i els canvis de direcció (*COD*) (Bishop, Read, McCubbine, i Turner, 2018), per tant, el control d'aquestes asimetries cau amb major importància, sent els preparadors físics, els artífexs de la millora potencialment directe vers les condicions dels nostres esportistes. En aquests moments, l'elaboració i el control d'aquestes dades té una gran despesa econòmica com es mostra a l'apartat de "Pressupost". És per aquest motiu que només aquells centres o clubs amb un alt pressupost es poden permetre tenir un control exhaustiu dels seus esportistes. Cal a dir però, que diferents grups de científics investigadors de l'esport estan incorporant aplicacions mòbil per tal de poder apropar aquest coneixement a tots els entrenadors i professionals de força i condicionament esportiu (Balsalobre-Fernández, Glaister, i Lockey, 2015; Romero-Franco et al., 2017).

Les proves de salt que inclouen els tests que es realitzen per tenir aquest control de les asimetries neuromusculars del esportistes s'inclouen de manera sovint en els propis programes d'entrenament com a part d'una rutina d'escalfament establerta, ja que són patrons que es repeteixen en les diferents accions del joc, en aquest cas, dels esports d'equip (Bishop, Turner, Jarvis, Chavda, i Read, 2017). Són múltiples les proves de salt que es realitzen pels estudis de les asimetries neuromusculars: salt en contramoviment (*CMJ*) (Madruga-Parera et al., 2019), salt amb caiguda (*DJ*) (Bishop, Turner et al., 2019), i salt horitzontal (*SBJ*) (Bishop, Read et al., 2018), al mateix temps que de manera unilateral (*SL*) (Bishop, Read et al., 2019). El mateix succeeix amb els tests de velocitat, en els que hi ha una llarga llista de possibles proves validades i fiables per a l'obtenció de les dades desitjades (Altmann, Ringhof, Neumann, Woll, i Rumpf, 2019). Tot i això, en aquest estudi es fa ús del *SLCMJ*, *10 m Sprint Test*, i *505 COD Test*. Aquests tres tests ens permeten obtenir totes les dades necessàries per seguir la línia d'estudi de les asimetries neuromusculars relacionades amb el rendiment. A més a més, ens permeten continuar una de les tendències més actuals i innovadores del sector, l'anomenat *COD*

Deficit. Aquest aspecte fa referència a la capacitat que té un esportista de realitzar canvis de direcció, enfocat en valors numèrics, no qualitius, tot i la gran discussió que hi ha dins la comunitat científica sobre la metodologia utilitzada (Nimphius, Callaghan, Spiteri i Lockie, 2016).

L'objectiu del present estudi és establir la relació entre les asimetries neuromusculars de les extremitats inferiors a partir de la prova de salt *SLCMJ* i les dues proves de velocitat; *10m Sprint Test* i *505 COD Test* analitzant l'impacte sobre el rendiment en joves futbolistes de competició amateur.

2. Marc Teòric

2.1. Anàlisi de les principals Habilitats Motrius Bàsiques determinants en el futbol; els canvis de direcció (COD), Esprints, i altres

Fins a dia d'avui, els esports d'equip (*DE*) se'ls concebia d'igual mode dins de l'entrenament estructurat (*EE*) ideat pel mestre Francisco Paco Seirul·lo per preparar els equips per a la competició (Vargas, 1986). Innegablement hi ha sinergies entre tots els esports pel que a el condicionament físic correspon, i més, si parlem de la mateixa modalitat d'esports, entenent la divisió entre *DE* i esports individuals (*DI*). Les propostes metodològiques dins dels *DE* no diferenciaven entre aquells en els que l'espai de joc és compartit amb el rival o no. En aquest sentit hi ha una clara diferència entre tots dos, el contacte, fet que determina de manera directa les necessitats i requeriments dels jugadors/es durant la pràctica esportiva. És per aquest precís motiu que Vargas (2017) defineix una frontera entre els *DE* sense espai compartit amb el rival, i aquells *DE* amb interacció amb el rival dins d'un mateix espai compartit. Els *DE* amb espai compartit els anomena "Deportes de interacción en espacio compartido (*DIEC*)". Tot i aquesta diferenciació entre els *DE* i *DIEC* les habilitats motrius bàsiques necessàries (HMB) per poder optimitzar el màxim rendiment de l'esportista són les mateixes.

Definits els conceptes, entenem el futbol com un *DIEC* amb les HMB genèriques dels *DE* i les HM específiques del futbol. Aquestes HMB fan referència a totes aquelles habilitats que permeten la major mobilitat del jugador. Les HMB en les que posarem el focus són: les habilitats de canviar de direcció, esprintar, i saltar. Per tal de poder entendre

les manifestacions d'aquestes HMB és necessari saber les demandes del futbol, i necessitats que el joc li requereix al jugador.

Un jugador de futbol, de mitjana recorre entre 8 i 12 quilòmetres per partit (Stølen, Chamari, Castagna, i Wisløff, 2016). Aquest recorregut segueix un patró de moviment intermitent, variable i executat a diferents intensitats, resultat donat a partir de caminar, trotar, córrer, esprintar, saltar, regatejar, controlar i passar la pilota (Bloomfield, Polman, i O'Donoghue, 2007). A més a més, aquestes accions venen donades amb un canvi d'activitat cada 4-6 segons en competicions d'equips professionals d'elit (Bangsbo, Mohr, i Krusturp, 2006). Mohr, Krusturp, i Bangsbo (2003) van desglossar aquests patrons en; 19.5% caminant, 41.8% trot, 16.7% corrent, 1.4% esprint, 3.7% altres . Seguint aquesta fórmula, resulta que un jugador professional d'elit realitza aproximadament 1300 accions durant un partit de competició, sumant un total de 220 accions d'alta intensitat (Mohr et al., 2003). Observant els baixos valors dels tant per cents d'aquestes accions d'alta intensitat es podria pensar que no tenen gaire importància, o com a mínim, pensar que no és el factor més important. A la realitat, aquestes accions d'alta intensitat són les accions més importants durant el transcurs d'un partit perquè seran aquestes les que determinaran el resultat final, o com a mínim, les que més el condicionarà. Per altra banda, les accions d'alta intensitat són sinònim de recuperar la possessió, generar situacions de gol, parar situacions de perill, etc (Carling, Bloomfield, Nelsen, i Reilly, 2008; Karcher i Buchheit, 2014). Per tant, tot i els baixos valors, mai s'ha de menysprear la influència que les accions d'alta intensitat tenen en els partits. Aquestes accions d'alta intensitat han estat estudiades per diferents autors conclouent la majoria d'ells en que la competició exigeix als futbolistes nombroses accions de curta durada de màxima i sub-màxima intensitat intercalades amb períodes minimalistes de recuperació (Ferrari Bravo et al., 2008; Spencer, Bishop, Dawson, i Goodman, 2005). Entenem com acció d'alta intensitat aquella acció que requereix d'una alta producció de potència independentment de la velocitat d'aquesta (Osgnach, Poser, Bernardini, Rinaldo, i Di Prampero, 2010). Com a conseqüència de la realitat sobre com s'expressen les necessitats fisiològiques d'un jugador dins el context d'un partit d'alta competició, Mohr et al. (2003) entre d'altres, especifiquen i recalquen la importància de l'anàlisi de les dades que s'obtenen durant el joc. És per aquest motiu que destaquen la importància del volum d'exercicis d'alta intensitat vers la distància total recorreguda per un jugador (Taula 2). Es destaca la característica que siguin futbolistes professionals d'elit perquè

diferents estudis han demostrat una clara evidència en que aquesta tipologia de jugadors realitzaven un 28% més d'accions d'alta intensitat (2.43 vs 1.90 km). Contràriament, els jugadors professionals de menor nivell esprintaven distàncies més llargues, un 58% més (650 vs. 410 m). Cal mencionar però, que les acceleracions, desacceleracions, entrades, i salts són accions que tenen un alt gast energètic i no estan dins del concepte d'accions d'alta intensitat (Reilly i Ekblom, 2005).

La principal motivació d'aquest estudi és comparar les asimetries entre comes amb el rendiment esportiu a partir de tests de salts, esprints i canvis de direcció. És important mencionar que els resultats que s'han obtingut de les diferents proves es poden veure afectats per la posició en la que juga el jugador (Taula 2). S'ha demostrat i observat que en el futbol actual els defenses laterals són els jugadors que recorren més distància amb altes intensitats (Di Salvo et al., 2007). Per altra banda, estudis publicats han determinat que inclús jugant d'una mateixa posició dins d'un equip, el rol tàctic que tingui aquest influirà en els patrons de moviment que tindrà al llarg d'un partit (Dellal et al., 2011). Un altre patró de moviment que, segons la posició del jugador es veu afectat, és el canvi de direcció (Taula 1). En aquest sentit, al llarg d'un partit es realitzen més de 700 ± 200 canvis de direcció; $600 \pm$ d'aquests són de 0° a 90° tant cap a la dreta, com a cap a l'esquerra. Els 100 restants, es reparteixen entre canvis de direcció de 0° a 180° , o de 180° a 360° (Bloomfield et al., 2007). Posant el focus en els migcampistes, el número total de canvis de direcció durant un partit d'alta competició és significantment inferior respecte els defenses i davanters ($p < 0.05$) (Bloomfield et al., 2007).

Taula 1: Relació entre els canvis de direcció i la posició del jugador de camp (taula adaptada de Bloomfield, Polman, i O'Donoghue (2007)).

Variables	Posició				<i>p</i>
	Defensa	Migcampista	Davanter	Tots	
0-90° dreta	344.3 (91.0)	248.3* (97.3)	323.7 (105.1)	305.8 (104.7)	.01
0-90° esquerra	364.3 (88.4)	243.0* (93.5)	302.2 (81.2)	303.2 (99.3)	.1
90-180° dreta	43.0 (16.8)	49.3 (25.0)	43.3 (15.6)	45.2 (19.4)	898
90-180° esquerra	49.3 (21.4)	47.0 (24.5)	51.5 (13.9)	49.3 (20.1)	578

Diferències significatives en comparació les altres dues posicions: $*p < 0.05$

Taula 2: Volum d'accions d'alta intensitat vers la distància total recorreguda per un jugador de futbol professional (taula adaptada de Mohr, Krustup, i Bangsbo (2003)).

	Defensa central		Defensa lateral		Migcampista defensiu		Migcampista ofensiu		Interior		Davanter	
	La Liga	FAPL	La Liga	FAPL	La Liga	La Liga	FAPL	La Liga	FAPL	La Liga	La Liga	FAPL
Distància total recorreguda (m)	10496.1 (772.0)	10617.3 (857.9)	10649.7 (786.2)	10775.3 (645.9)	11247.3 (913.8)	11555.6 (811.2)	11004.8 ** (1164.2)	11779.5 (705.9)	11240.8 (761.8)	11040.8 (757.0)	10717.7 (901.4)	10802.8 (991.8)
Distància total d'esprints (m)	193.6* (64.6)	208.5 (69.4)	248.9** (77.4)	263.0 (69.9)	203.3*** (76.4)	245.8 (77.9)	222.2*** (66.5)	267.3 (64.2)	250.8 (71.5)	259.2 (84.9)	260.0* (72.6)	278.2 (78.0)
Percentatge de distància recorreguda en esprint respecte la total	1.8	1.8	2.3*	2.5	1.8***	2.2	2.0	2.5	2.2	2.2	2.4*	2.6
Distància total recorreguda en accions d'alta intensitat (m)	22.1* (53.8)	240.8 (63.9)	284.8** (54.7)	270.1 (55.0)	279.6*** (66.2)	319.1 (67.7)	278.0*** (61.0)	334.0 (60.7)	310.6** (67.0)	298.0 (62.4)	288.6 (56.1)	299.8 (63.7)

Diferències significatives entre La Liga i la FAPL: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

2.2. Efectes de les Asimetries Neuromusculars en el rendiment de les Habilitats Motrius Bàsiques (HMB) del futbol

2.2.1. Asimetria neuromuscular i rendiment

El millor rendiment dels esportistes tant dels DIEC com de qualsevol altre modalitat esportiva és el factor que més es busca per trobar els resultats desitjats. És per aquest motiu que s'ha d'entendre la realitat del subjecte per poder aportar-li totes les eines necessàries perquè arribi al seu màxim potencial. Les asimetries neuromusculars en les extremitats inferiors (EEII) són el Taló d'Aquil·les de molts jugadors com a conseqüència de la falta de simetria gestual en les diverses disciplines esportives.

En els darrers cinc anys, la literatura de la ciència de l'esport ha posat el focus sobre aquesta temàtica, els canvis de direcció. Un dels estudis més recents, Madruga-Parera et al. (2019) afirma el fet que a més asimetria neuromuscular entre les EEII, els temps en els test de velocitat lineal (Bishop et al., 2019b; Bishop et al., 2019c; Bishop et al., 2018; Bishop, 2019d), i el test de *Change of Direction Speed* (Bishop et al., 2019b; Bishop et al., 2019d), resulten ser inferiors en comparació aquells que la asimetria entre EEII és menor. Per altra banda, en el mateix estudi, mostra l'evidència en la correlació que hi ha entre la fase concèntrica del *Lateral Shuffle Step (LSS)* i el *Change of Direction Speed* de 90° (*CODS90*) en la cama no dominant pel que a la baixa velocitat i alt temps obtingut en el test de velocitat i el rendiment en *Change of Direction Speed*. Com a conseqüència dels resultats obtinguts al llarg d'aquest estudi científic, els autors del mateix recalquen la necessitat de reduir els entrenaments centrats unilateralment per transportar-los als entrenaments en que les dues lateralitats s'entrenin per igual. D'aquesta manera el rendiment, tant en alta velocitat com en les situacions de canvi de direcció, millorarà. Cal a dir però, que aquesta relació no està establerta per la falta d'investigacions al respecte. En aquest sentit, estudis que han seguit la mateixa metodologia han arribat a conclusions diferents posant en dubte la relació entre l'asimetria neuromuscular i el rendiment (Bishop et al., 2018a; Bishop et al., 2019a).

2.2.2. Asimetria neuromuscular i risc de lesió

Els canvis de direcció són accions associades a la lesió sense contacte del lligament anterior (LCA) (Montgomery et al., 2018). Aquesta ocurrència es podria explicar pel fet que les accions de COD provoquen un moment de càrrega articular important quan es planta el peu, com ara moments d'abducció del genoll, i moments de rotació interna (Jones, Herrington, i Graham-Smith, 2016). És important assenyalar que la càrrega de l'articulació del genoll durant els canvis de direcció s'agreuja, quan els dèficits biomecànics i la mecànica d'alt risc com la flexió lateral del tronc, i el valg del genoll es realitzen durant l'acció del canvi de direcció (Jones, Herrington, i Graham-Smith, 2015). S'ha d'assegurar per tant, que els esportistes puguin canviar de direcció amb seguretat, és a dir, una alineació òptima de la mecànica del moviment en el pla frontal de les dues extremitats, evitant aquestes postures de “alt risc” com a estratègia per reduir el risc de lesió ACL (Dos'Santos, Thomas, Comfort, i Jones, 2018). Per aquest motiu, la asimetria entre les extremitats inferiors pot provocar que aquests moments definits provoquin una demanda muscular massa elevada i el risc de lesió sigui important. Els estudis fins el moment han mostrat resultats contradictoris, indicant que l'extremitat no dominant pot presentar dèficits biomecànics associats a un augment del risc de lesió LCA sense contacte, al mateix temps que anteriors investigacions no han mostrat diferències significatives entre les extremitats durant la COD (Pollard et al., 2018).

2.2.3. Asimetries i entrenament

Tenint en consideració els aspectes tractats en el punt; “Asimetries i rendiment”, diferents estudis han estudiat com millorar aquest aspecte. En els diferents estudis, les capacitats que es van treballar per tal de millorar el rendiment dels esprints i canvis de direcció dins de programes d'entrenament van ser els pics de potència, la força màxima i/o la força reactiva (Blazevich i Jenkins, 2002; Murphy i Wilson, 1997; Tricoli, Lamas, Carnevale, i Ugrinowitsch, 2005). Per altra banda, Young, McDowell, i Scarlett (2001) és una investigació en la que s'estudia una possible relació entre el rendiment dels esprints i el rendiment dels canvis de direcció. Per estudiar-ho va dividir el grup d'estudi en dos; un dels dos grups va seguir un pla d'entrenament de 6 setmanes ($n = 13$), i l'altre grup va seguir un pla d'entrenament que seguia els patrons dels canvis de direcció ($n = 13$). El resultat d'aquest estudi va concloure en què els subjectes que van seguir el pla

d'entrenament per la millora del rendiment en esprints, els seus temps en aquesta prova van millorar, però en el cas del test *COD* no hi van haver millores significatives. Exactament el mateix va passar amb el grup que es pla d'entrenament es centrava en la millora del rendiment en els canvis de direcció. Els temps en el test de *COD* van millorar, però el rendiment en el test de velocitat no va hi va haver canvis significatius. La lectura final de l'autor va ser que les dues capacitats caminen per separat.

Altres metodologies d'entrenament s'han seguit en altres estudis per millorar el rendiment en els canvis de direcció, però tots ells van fracassar. Aquestes metodologies estudiades van ser, des de l'entrenament de resistència, fins entrenaments basats en la força i potència seguint exercicis com les sentades i l'aixecament de pes mort (Hoffman, JR., Ratamess, NA., Cooper, JJ. et al., 2005). Tots ells, van fracassar en la millora del rendiment en els canvis de direcció.

Els únics estudis que han arribat a resultats positius pel que al rendiment del *COD* respecte, han estat estudis que han seguit una metodologia de treball dedicada exclusivament a l'entrenament dels propis patrons de moviment del canvi de direcció (Gabbet et al., 2006).

2.3. Principals instruments per valorar les asimetries neuromusculars entre extremitats inferiors

Bishop, Read, Chavada, i Turner (2016) van recopilar les nou equacions diferents de calcular les asimetries musculars entre diferents membres, tant unilateralment com bilateralment (Taula 3). Tot i això arriben a la conclusió final que l'equació titulada Asimetria Bilateral 1 (BAI-1) és la més apropiada per quantificar les asimetries durant les proves bilaterals. Per altra banda, les equacions *Limb symmetry index 2* (LSI-2) i *Bilateral strength asymmetry* (BSA), són les dues equacions que proporcionen una distinció entre els dos membres de manera més consistent.

Taula 3: Diferents equacions per calcular asimetries de les extremitats inferiors (taula adaptada de Bishop, Read, Chavada, i Turner (2016)).

Nom de l'equació	Equació	Referència
Limb symmetry index 1 (LSI-1)	$(NDL/DL) \times 100$	Ceroni et al., 2012
Limb symmetry index 2 (LSI-2)	$(1-NDL/DL) \times 100$	Schiltz et al., 2009
Limb symmetry index 3 (LSI-3)	$(\text{Right} - \text{left})/0.5 (\text{right} + \text{left}) \times 100$	Bell et al., 2014; Marshall et al., 2015
Bilateral strength asymmetry (BSA)	$(\text{Stronger limb} - \text{weaker limb})/\text{stronger limb} \times 100$	Nunn et al., 1988; Impellizzeri et al., 2007
Bilateral asymmetry index 1 (BAI-1)	$(DL - NDL)/(DL+NDL) \times 100$	Kobayashi et al., 2013
Bilateral asymmetry index 2 (BAI-2)	$\{2 \times (DL - NDL)/(DL + NDL)\} \times 100$	Wong et al. 2007,; Sugiyama et al., 2014
Asymmetri index (AI)	$(DL - NDL)/(DL + NDL/2) \times 100$	Robinson et al., 2987; Bini and Hume, 2014
Symmetry index (SI)	$(\text{High} - \text{low})/\text{Total} \times 100$	Shorter et al., 2008;Sato and Heise, 2012
Symmetry angle (SA)	$(45^\circ - \text{acr.tan} [\text{left} / \text{right}])/90^\circ \times 100$	Zifchock et al., 2008

DL = dominant limb; NDL = non dominant limb.

Nimphius et al. (2016) van recopilar totes les proves de canvis de direcció que s'utilitzen en els diferent articles del nínxol. De tots els que presenten en la revisió sistemàtica, la Taula 4 plasma les més utilitzades i més fiables a l'hora de realitzar un estudi en el que es relacionin les asimetries neuromusculars i el rendiment d'un esportista.

Finalment, els tests de velocitat que s'utilitzen al llarg de tota la literatura són els esprints de 10-15-20-30 metres (Bishop et al.,2019c).

Taula 4: Tests d'ús actual per a l'estudi de la relació entre les asimetries neuromusculars i el rendiment físic (taula adaptada de Nimphius, Callaghan, Bezodis, i Lockie (2018)).

Test	Núm. de canvis de direcció	Temps aproximat per completar el test (seg.)	Distància total (m)	Estimació de l'angle del canvi de direcció
5-0-5	1	1.5-3	10a	180°
Modified 5-0-5	1	2-3	10	180°
COD speed test	1	1.5-2	8	45°
Y-shaped planned agility	1	2-3	10	45°
10 m shuttle	2	2-4	10	180°
Pro-agility shuttle	2	4-5.5	18.28	180°
Zig-zag	3	5-6	20b	100°
4 x 5 sprint	3	4.5-6	20	90°, 180°
T-test	4	7.5-13	36.56	90°
Modified T-test	4	3-7	11-20	90°
COD and acceleration test	4	5.5-6.5	24b	45°, 90°
L-run / 3 cone drill	5	4.5-7	20-27b	90°, 180°
Sprint with 90° turns	6	6-8	21	90°
Illionis agility run	11	13-19	60b	90°, 180°

"a" indica que l'inici de la prova el subjecte es troba en moviment

"b" indica que la prova requereix rodejar cons (maniobrabilitat), per tant, la distància proporcionada es basa en mesures lineals (de con a con), tot i que segons la trajectòria del subjecte, la distància real recorreguda variarà.

NB: m = metres; seg = segons

3. Model d'anàlisi

3.1.Mètode

Objectiu principal:

1. **Comparar les asimetries neuromusculars entre cames amb el rendiment esportiu a partir de tests de salts, esprints i canvis de direcció.**

Objectiu secundaris:

2. **Establir la asimetria entre els diferents tests unilaterals en futbolistes joves de competició.**
3. **Analitzar les diferències entre cames en futbolistes joves de competició.**
4. **Analitzar el dèficit en el canvi de direcció (CODD) dels jugadors comparant els resultats del test d'esprint en relació el 505 COD Test.**

Hipòtesis de l'estudi:

Hipòtesi 1: Existeix una relació entre els valors obtinguts en la prova *SLCMJ*, i els resultats obtinguts en els tests d'esprint i canvi de direcció.

Hipòtesi 2: El jugadors amb un %ASI més elevada seran els que tindran pitjors resultats en el test de *505CODT*.

Hipòtesi 3: El % de asimetria entre cames no supera el 15% el jugadors de futbol.

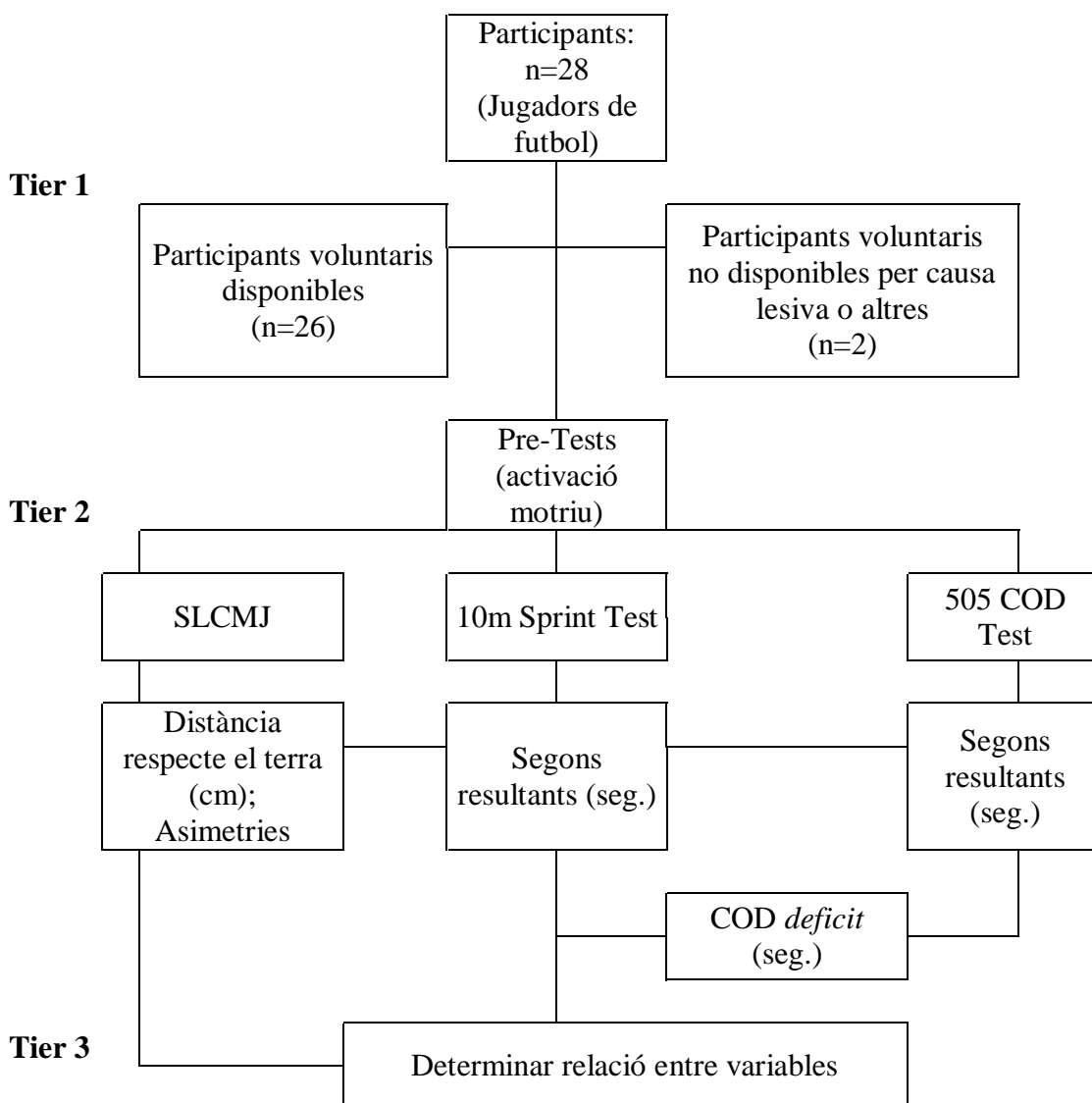
Hipòtesi 4: No hi ha diferències significatives entre la dominant (DL) i la no dominant (NDL).

Hipòtesi 5: El test *SLCMJ* és el test més significatiu en quant els resultats obtinguts respecte el *10 m Sprint Test* i *505CODT*.

Hipòtesi 6: Els jugadors amb més *COD deficit* són els més lents en el *505CODT*.

3.2. Disseny

Figura 1: Flow chart sobre el procés que l'estudi va seguir.



Aquest estudi observacional, transversal i descriptiu té com objectiu determinar la relació entre les asimetries musculars, i les habilitats de salt unilateral i els canvis de direcció en futbolistes joves de competició. El test unilateral del salt en contramoviment (*SLCMJ*), el test de 10 metres esprint (*10 m Sprint Test*), i el test de canvi de direcció (*505 COD Test*) són les eines que s'han utilitzat per contestar la pregunta de l'estudi. El *SLCMJ* i el *505 CODT* determinaran la possible asimetria entre membres inferiors relacionant els resultats amb les proves de rendiment, *505 CODT*, i el *10m Sprint Test*.

3.3.Participants

Les proves de camp de l'estudi se'ls hi van aplicar a un total de vint-i-sis participants (n = 26). Vint futbolistes amateurs (n = 20) del club Atlètic Poble Nou (APN) corresponent a la divisió de Quarta Catalana Grup 15 (edat = 19,65 ± 1,14 anys; pes = 70,09 ± 6,86; alçada = 176,25 ± 7,88 m; IMC = 22,58 ± 1,89) voluntaris a formar part de l'estudi. Per altra banda, també van participar de manera voluntària cinc futbolistes amateurs (n=6) del Club Esportiu Europa (CEE) de divisió corresponent a 2na Catalana Grup 2 (edat = 20,67 ± 0,82 anys; pes = 72,15 ± 5,06; alçada = 180 ± 6,84 m; IMC = 22,35 ± 2,25). Tots ells amb edat de 18-19 anys amb més de deu anys d'experiència com a jugadors. La mostra (n=26) definitiva mostra aquests valors (edat = 20,22 ± 1,43 anys; pes = 71,47 ± 8,34; alçada = 177,26 ± 8,4 m; IMC = 22,53 ± 1,93) (Taula 5).

Taula 5: Mitjana ± desviació estàndard (DE) de les variables antropomètriques dels participants segons el total, i el seu club de procedència.

	Total (n=26)	A.P.N (n=20)	C.E.E (n=6)
Edat (anys)	20,22 ± 1,43	19,65 ± 1,14	20,67 ± 0,82
Pes (kg)	71,47 ± 8,34	70,09 ± 6,86	72,15 ± 5,06
Talla (cm)	177,26 ± 8,4	176,25 ± 7,88	180 ± 6,84
IMC	22,53 ± 1,93	22,58 ± 1,89	22,35 ± 2,25

Tots ells avalats sota un criteri d'admissió (Annex 2). Els participants voluntaris de l'estudi havien de tenir més de deu anys d'experiència en el futbol de competició. En cas que complissin aquest requeriment però tinguessin alguna lesió del tronc inferior en el moment de la realització de les proves, van ser exclosos de l'estudi. Per altra banda, tots els participants van rebre un full informatiu (Annex 1) en el que se'ls hi explicava tots els procediments que es realitzarien, i el tracte de dades confidencials que hi hauria a posteriori. Una vegada informats, havien de firmar un consentiment (Annex 2) donant la seva aprovació per poder participar a l'estudi. Tots els procediments i tractament d'informació es van realitzar sota la normativa de la Declaració de Helsinki.

3.4. Procediment

Tots els participants es van familiaritzar amb els tests una sessió abans del dia de recollida de dades com a tasques d'escalfament. El dia de realització dels tests tots els participants van realitzar el mateix escalfament amb una durada de deu minuts. En primera instància aquesta activació motriu es va basar en estiraments dinàmics i balístics, accions de moviments coordinatius combinats i curtes acceleracions sub-màximes. En segon lloc i incrementant la intensitat de l'escalfament es van realitzar accions similars a les dels tests: canvis de direcció, salts i sortides amb canvis de ritme. Una vegada el participant finalitzava l'escalfament podien realitzar la prova de manera sub-màxima fins un màxim de quatre vegades. Durant aquestes proves prèvies, el participant tenia un *feedback* constant per assegurar la correcta execució de la prova. Els tests es van realitzar en una mateixa sessió.

3.4.1. Variables Dependents

Taula 6: Variables dependents, indicadors, i instruments de mesura utilitzats durant l'estudi.

Variable	Indicador	Instrument	Referència
SLCMJ	Centímetres (cm)	My Jump	Balsalobre-Fernández, Glaister, Lockey, 2015
10m Sprint Test	Segons (seg.)	My Sprint	Romero-Franco et al., 2017
505 COD Test	Segons (seg.)	Fotocèl·lules fotoelèctriques	De Blas, González-González i Gómez, 2009
CODD	Segons (seg.)	Fotocèl·lules fotoelèctriques	De Blas, González-González i Gómez, 2009
%ASI	Tant per cent (%)	Equació %ASI	Impellizzeri et al., 2007

Referent a la Taula 6 en la que es mostren les variables dependents d'aquest estudi, hi trobem en primer lloc els tres tests més utilitzats en la bibliografia corresponent a l'estudi sobre les asimetries de cames en esport d'equip vers el rendiment esportiu dels esportistes (Nimphius et al., 2016; Bishop, Turner et al., 2019; Bishop et al., 2019c; Di Salvo et al., 2007; Pueo, Jimenez-Olmedo, Lipińska, Buško, i Penichet-Tomas, 2018). Aquests tres tests permeten comparar i relacionar els resultats de les diferents proves per determinar les relacions que hi ha entre les asimetries musculars, i les habilitats de salt

unilateral i els canvis de direcció en futbolistes joves de competició. A partir de la comparació i relació de les dades obtingudes, també es pot determinar el *CODD (10 m Sprint Test vs. 505 COD Test)*, i el %ASI (*SLCMJ i 505 COD Test*). Tots aquests tests han estat aplicats en els diferents estudis citats en el text, seguint així, els protocols de realització dels tests els quals els hi ha donat fiabilitat i validesa (Nimphius et al., 2016; Bishop, Turner et al., 2019; Bishop et al., 2019c; Di Salvo et al., 2007; Pueo, Jimenez-Olmedo, Lipińska, Buško, i Penichet-Tomas, 2018).

Seguint fent referència a la Taula 6, cada un d'aquests tres tests (*SLCMJ, 10m Sprint test i 505 COD Test*) té el seu protocol i procediment a seguir.

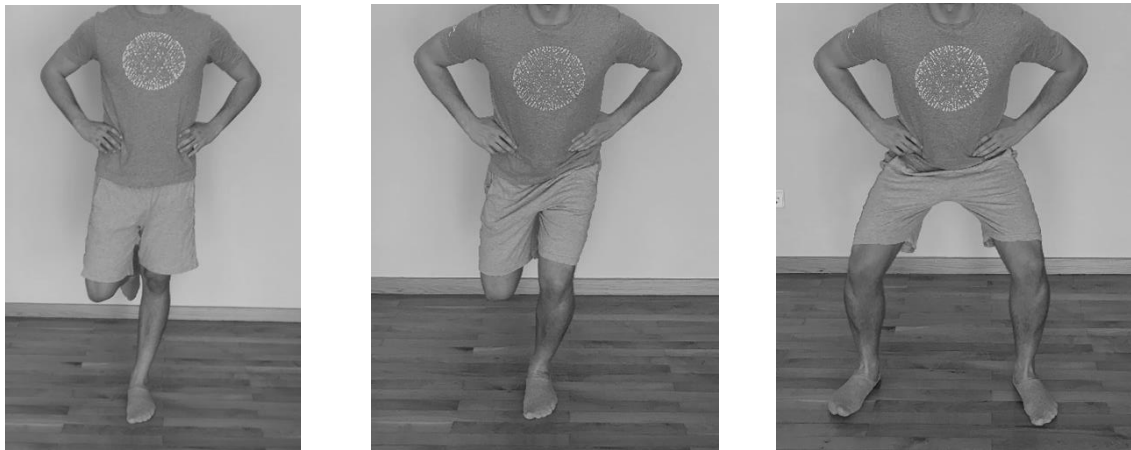
3.4.1.1. *Salt Unilateral en Contramoviment (SLCMJ)*

El sistema utilitzat per analitzar i captar dades del *SLCMJ* correspon a l'aplicació de mòbil *My Jump*, la qual ha estat creada per científics i professionals de l'esport, i validada per (Balsalobre-Fernández, Glaister, Lockey, 2015) publicada a la revista *Journal of Strength and Conditioning Research*, i també a la revista *Journal of Sports Science*. Aquesta, és l'única *App* capaç de calcular el perfil de força-velocitat utilitzant una metodologia innovadora sustentada sobre el mètode de Samozino. Tots els salts es realitzen sobre la mateixa superfície sòlida seguint la metodologia d'altres autors de referència (Bishop et al., 2019). En el cas d'aquest estudi, sobre una superfície de ciment.

Per a la correcta execució del *SLCMJ*, el salt s'inicia amb un profund contramoviment fins on el participant ho consideri abans d'accelerar verticalment el més ràpid possible fins el salt. La cama que realitza el salt ha de quedar totalment en extensió durant la fase de vol, amb les mans del participant fixes a la cintura durant tot el procés d'execució de salt. La cama no saltadora ha d'estar lleugerament en flexió de genoll i de coxofemoral de tal manera que el peu queda perpendicular al terra (Bishop et al., 2019). Aquesta cama no avaluada no pot realitzar cap moviment d'ajuda de salt, ha de quedar-se quieta durant tota la prova. Una vegada la fase de vol arriba al seu final, el participant ha de fer contacte amb la superfície sòlida amb els dos peus a la vegada; salt unilateral amb caiguda bilateral (Madruga-Parera et al., 2019). En cas de no respectar alguna de les normatives de salt, aquest queda anul·lat i s'ha de repetir. La mesura que s'obté a partir d'aquest test són els centímetres de l'alçada del salt. Aquesta prova es realitza dues

vegades per a cada cama, tots els salts separats per un període de temps de trenta segons. El salt més alt de cada extremitat és el que enregistrem per a la nostra base de dades.

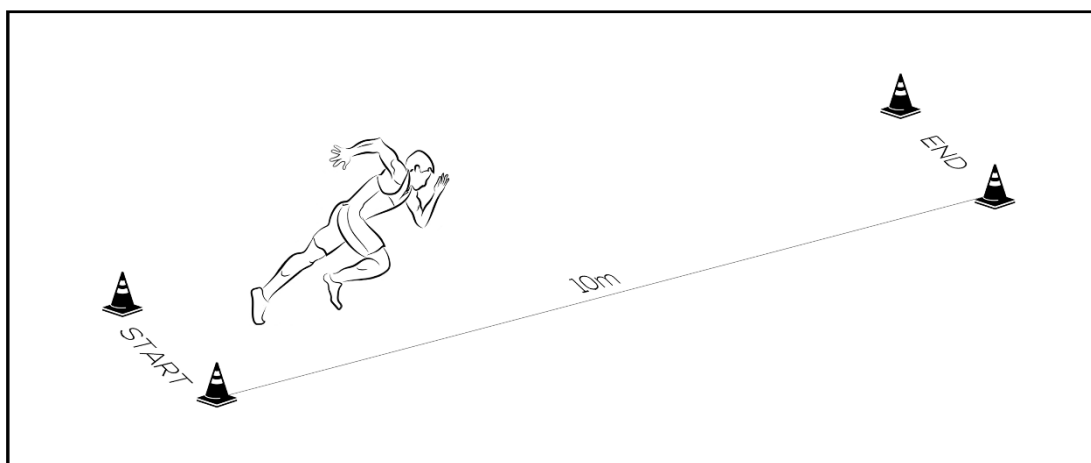
Figura 2: Representació gràfica de l'execució del salt unilateral en contramoviment.



3.4.1.2. *Esprint lineal de 10 metres (10 m Sprint Test)*

El test de velocitat corresponent al *10 m Sprint Test* es mesura a partir de l'aplicació de mòbil *My Sprint*, validada científicament d'article publicat a *European Journal of Sport Science* (Romero-Franco et al., 2017). Els punts de sortida i arribada estan marcats per dos cons cada un amb una diferència d'altitud de 0,28 metres entre ells. Aquesta distància de 0,28 metres és degut a la perspectiva de La càmera per gravar la prova situada a 10 metres. D'aquesta manera, a l'hora de fer l'anàlisi del vídeo permet marcar amb exactitud el moment d'arribada i sortida. Els participants inicien la prova en posició de sortida escalonada situant les mans a trenta centímetres de la línia d'inici marcada amb dos cons a cada extrem (Bishop et al., 2019). La prova s'inicia quan el participant està preparat, i ha d'assolir la seva màxima velocitat en aquest tram de deu metres per tal d'obtenir el menor temps possible. Si el participant disminueix la velocitat abans que el segon sensor el detecti, la prova no es comptabilitza com a vàlida. Aquest test compte de dos intents amb un descans de noranta segons. El menor temps de les dues proves serà el que enregistrem a la base de dades.

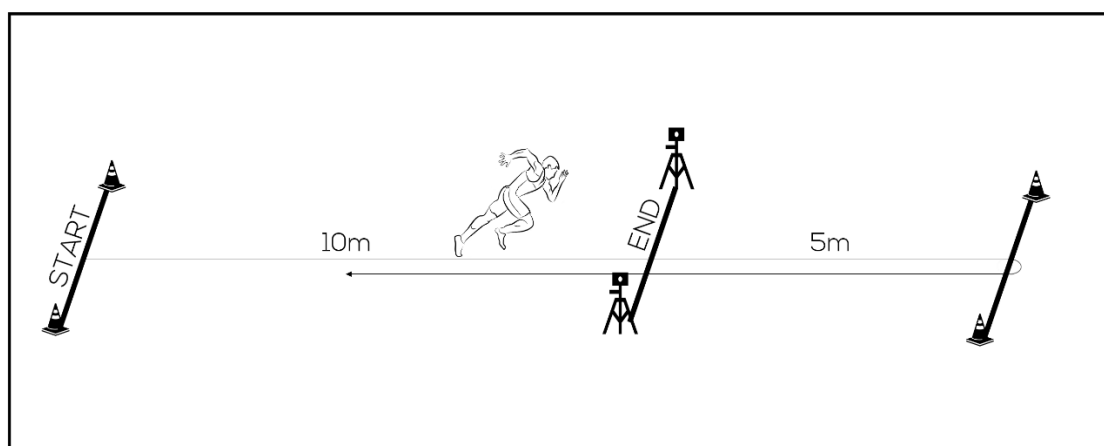
Figura 3: Representació gràfica del *10 m Sprint Test*.



3.4.1.3. *Canvi de direcció (505 COD Test)*

El segon test de velocitat, el *505 COD Test*, té una disposició espacial de cinc metres més que el *10m Sprint Test*. Consta d'una superfície de quinze metres de llargada en la que es situa una única comporta de temps. Aquesta comporta enregistra dues vegades el participant durant l'execució d'una mateixa prova. El participant té una pista de deu metres per agafar la màxima velocitat. Una vegada passats aquests deu metres, la fotocèl·lula fotoelèctrica iniciarà l'enregistrament de temps que tarda el participant en arribar a la línia de quinze metres, fer un gir sobre el seu eix de 180°, i tornar a passar per la comporta situada a cinc metres del canvi de direcció (Nimphius et al., 2016). En cas que el participant no arribi a la línia de quinze metres la prova queda anul·lada i s'ha de repetir. Aquests test es realitza dues vegades amb un descans de noranta segons, enregistrant a la base de dades el temps menor recordat de les dues proves.

Figura 4: Representació gràfica del *505 COD Test*.



3.4.1.4. Tant per cent d' Asimetria (%ASI)

El tant per cent de asimetria (%ASI) l'obtenim en base la relació dels resultats obtinguts en les proves de salt unilateral i canvi de direcció. La diferència entre cama dominant i no dominant serà la que determinarà el %ASI ($\%ASI = \text{dominant leg} - \text{non-dominant leg} / \text{dominant leg} * 100$) (Impellizzeri et al., 2007). Es considera *dominant leg* (DL) de forma específica a cada prova com la més forta/ràpida. Una vegada obtingut el %ASI podrem determinar si hi ha diferències significatives aplicant la *t-student*.

3.4.2. Variables Independents

Taula 7: Variables independents, indicadors, i instruments de mesura utilitzats durant l'estudi.

Variable	Indicador	Instrument
Sexe	Masculí / Femení	-
Edat	Anys	-
Pes	Quilograms (kg)	Bàscula
Talla	Centímetres (cm)	Cinta mètrica
IMC	Unitats	Fórmula IMC

En la Taula 7 es troben representades les variables independents de l'estudi: sexe, edat, pes, talla i IMC. Totes aquestes variables van ser enregistrades amb l'ajuda del consentiment informat (sexe i edat), d'una bàscula, d'una cinta mètrica i de la fórmula del Índex de Massa Corporal (IMC), $(\text{pes (kg)} / \text{talla (m)}^2)$ (Bishop et al., 2019). Aquestes dades ens donen validesa a l'estudi, ja que grans desviacions en aquestes variables poden alterar l'estudi de dades com a conseqüència de les dades obtingudes en els tests.

3.5. Anàlisi de dades

Els resultats obtinguts de la bateria de tests es van tractar en primera instància per obtenir les mitjanes i desviacions estàndards (DS) de cada test fent ús del programa Microsoft Excel. Posteriorment, totes les dades recopilades es van traspasar al programa d'anàlisi de dades JASP (versió 0.11.1; JASP Team, 2019).

Les dades mitjanes del *SLCMJ* es van utilitzar per obtenir el %ASI a partir de l'equació de Nunn et al. (1988) i Impellizzeri et al. (2007): (Stronger Limb - Weaker Limb) / Stronger Limb * 100, seguint la metodologia de Fort et. al., (2020) en que l'extremitat inferior amb millor resultat es defineix com *Dominant Leg (DL)*, i de manera contrària, *Non Dominant Leg (NDL)*. La direccionalitat de la asimetria entre la *DL* i la *NDL* es va calcular afegint una "*IF function*" al final de l'equació de asimetria utilitzada: *IF (AvgL<AvgR;1;-1). Aquesta funció determina que si el resultat és positiu fa referència a la cama dreta. Per contrapartida, si el resultat és negatiu, la cama esquerra és la referenciada (Bishop et. al., 2018a). Per tal de determinar l'error sistemàtic, es va utilitzar l'eina *paired samples t-test* per quantificar si els resultats de les asimetries tenien una diferència significativa o no tenint com a referència de significança estadística $p < 0.05$. L'escala que es va utilitzar va ser la proposada per Hopkins et al. (2009), en la que $< 0.2 =$ trivial, $0.2-0.6 =$ petita, $0.61-1.20 =$ moderada, $1.21-2 =$ gran, $> 2 =$ molt gran.

Per comparar els resultats de asimetria (*SLCMJ* i *505CODT*) amb els de rendiment físic (*SLMCJ*, *505CODT* i *10 m*) es va utilitzar la correlació de Pearson (r). La significança estadística es va establir a $p \leq 0.05$. La magnitud d'aquesta correlació de Pearson va estar definida seguint l'escala de Hopkins et al. (2009) en la que $0-0.1 =$ trivial, $0.1-0.3 =$ petita, $0.3-0.5 =$ moderada, $0.5-0.7 =$ gran, $0.7-0.9 =$ molt gran, i $0.9-1 =$ quasi perfecte.

En últim lloc de l'anàlisi es va estudiar si el rendiment en el *505 COD Test*, i el *COD deficit* proporcionaven una avaluació igual o diferent respecte l'habilitat en el *COD*. Els resultats del test de canvi de direcció, i el *COD deficit* són dues variables diferents que no comparteixen la mateixa magnitud. Per poder realitzar aquest estudi els valors de les dues variables, tant de *DL* com *NDL*, es van haver de normalitzar a partir de la conversió a z-scores a través de la fórmula: $z\text{-score} = (\text{resultat } 505 \text{ CODT} - \text{el promig de la mostra}) / \text{desviació estàndard}$ (Nimphius et al., 2016). Seguint la línia d'estudi de Hopkins (2004) , la resta del temps entre el *COD deficit* i el *505CODT* (*CODD - 505CODT*) va ser comparada amb el *Smallest Worthwile Change (SWC)* de la mostra.

SWC és la desviació estàndard dels subjectes multiplicada per 0,2. Com que la desviació estàndard és 1, el *SWC* és 0,2. Per tant, tots aquells participants que van obtenir un resultat ($\geq 0,2$) excedien el *SWC* donant com a resultat un diferència significativa en l'avaluació de la capacitat del canvi de direcció proporcionada pel *505CODT* i el *CODD*. Com a conseqüència, un resultat ($\geq 0,2$) positiu indicava una sobreestimació de la capacitat del *COD*, i un resultat ($\geq 0,2$) negatiu indicava una subestimació de la capacitat del *COD*.

4. Resultats

Els resultats mitjans dels tests utilitzats, i el %ASI entre *DL* i *NDL* del *SLCMJ* i *505 COD Test* es mostren a la Taula 8. Les dades del %ASI, tant del *SLCMJ* com el *505 COD Test*, van mostrar diferències significatives entre *DL* i *NDL* (*effect size range*: 0,53-0,81). Aquest resultat mostra que en futbolistes joves de competició es pot esperar una dominància entre extremitats inferiors. Quan es comparen els resultats del %ASI es mostra una major asimetria en el *SLCMJ* respecte el *505 COD Test*.

Taula 8: Mitjana \pm desviació estàndard (DE), effect size, i % de asimetria dels tests realitzats tant de la cama dominant, com la cama no dominant.

Test	Mean \pm SD	Effect size	%ASI	SD
SLCMJ DL	19,64 \pm 3,38	0,53	5,28	2,97
SLCMJ NDL	18,37 \pm 3,39			
505 DL	2,27 \pm 0,09	0,81	3,37	2,95
505 NDL	2,36 \pm 0,11			
10 m Sprint	1,84 \pm 0,05	-	-	-

SLCMJ = salt unilateral en contramoviment; DL = cama dominant; NDL = cama no dominant.

Les correlacions de Pearson (*r*) entre les diferents variables dependents de l'estudi es mostren a la Taula 9. No es va trobar correlació significativa entre %ASI del *SLCMJ*, i els tests de velocitat de *10 m Sprint Test* i *505 COD Test*, indicant així, que les asimetries entre *DL* i *NDL* no són indicadors de davallades en el rendiment. Per contrapartida, sí que es va trobar una relació inversa moderada entre el %ASI del *SLCMJ* i la *DL SLCMJ* ($r = -0,4$), i una relació inversa gran amb *NDL CMJ* ($r = -0,53$). El %ASI del *505 COD*

Test no va presentar relació amb el resultat del 505 DL, però sí que va presentar una relació trivial ($p < 0,2$) amb el 505 NDL ($r = 0,46$). El %ASI del 505 COD *Test* tampoc va presentar relació significativa amb el test de velocitat 10 m *Sprint Test*, indicant així, que les asimetries entre DL i NDL no són indicadors de davallades en el rendiment.

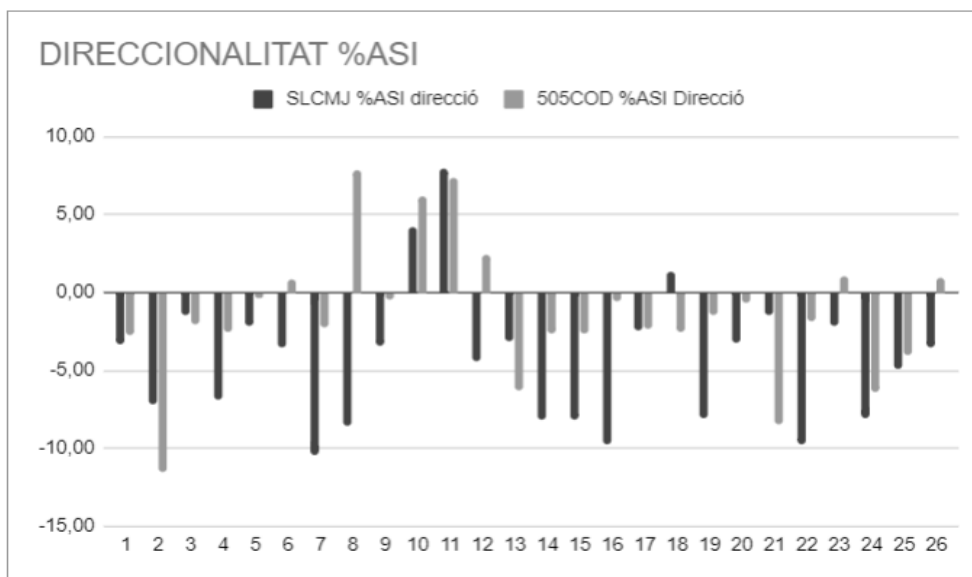
Taula 9: Correlació de Pearson (r) entre les diferents variables dependents.

Variable		%ASI SLCMJ	505 DL	SLCMJ DL	10 m	SLCMJ NDL	505 NDL
%ASI SLCMJ	Pearson (r)	-					
505 DL	Pearson (r)	-0,101	-				
SLCMJ DL	Pearson (r)	-0,399	-0,068	-			
10 m	Pearson (r)	0,399	0,250	-0,332	-		
SLCMJ NDL	Pearson (r)	-0,526	-0,107	0,976	-0,371	-	
505 NDL	Pearson (r)	0,216	0,692	-0,092	0,205	-0,191	-
%ASI 505	Pearson (r)	0,152	-0,032	-0,069	-0,010	-0,126	0,458

SLCMJ = salt unilateral en contramoviment; DL = cama dominant; NDL = cama no dominant; %ASI = % asimetria entre DL i NDL.

La direccionalitat del %ASI en SLCMJ i 505 CODT està representada de manera individual a la Figura 5. El 85% dels resultats van determinar una predominança de asimetria en la NDL.

Figura 5: Direccionalitat a partir del %ASI del SLCM i 505 COD.



La Taula 10 i Taula 11 mostren les correlacions entre el rendiment de 505 COD, 10 m, i COD deficit, de la DL i NDL respectivament. La DL en el 505 CODT va obtenir una gran correlació amb el COD deficit ($r = 0,84$). No va succeir el mateix amb la NDL. Al tractar-se de correlacions positives significa que a menys temps en el 505 CODT, menys temps de COD deficit.

Taula 10: Correlació de Pearson (r) per la cama dominant entre el temps del 505, COD deficit, i 10 m Sprint Test.

	Temps 505 vs. COD deficit	Temps 505 vs. 10 m	COD deficit vs. 10 m
Pearson (r)	0,838*	0,25	-0,319

* Significant $p < 0,0001$

Taula 11: Correlació de Pearson (r) per la cama no dominant entre el temps del 505, COD deficit, i 10 m Sprint Test.

	Temps 505 vs. COD deficit	Temps 505 vs. 10 m	COD deficit vs. 10 m
Pearson (r)	0,559	0,205	-0,319

* Significant $p < 0,0001$

Les Figures 6 i 7 mostra els z-scores del temps del 505 i el COD deficit de la DL i NDL respectivament. En el cas de la DL, tots els participants van obtenir una orientació sobre l'habilitat del COD similar en els temps del 505 i COD deficit. Per altra banda, en la NDL 3 de 26 participants (11,54%) van obtenir resultats oposats en el 505 i COD deficit respecte l'habilitat del COD. El resultat del 505 indicava una habilitat en el COD major a la mitjana, i el COD deficit indicava una habilitat en el COD per sota la mitjana. En aquestes dues mateixes figures es troba representat el SWC. Els resultats de la DL van resultar amb 22 de 26 participants (84,5%) hi havia una diferència significativa amb el SWC. Més concretament, 9 participants van obtenir una sobre-estimació de l'habilitat del COD, i 13 participants una sub-estimació de la mateixa. Els resultats de la NDL van resultar amb 23 participants de 26 (88,5%) hi havia una diferència significativa amb el SWC. Més concretament, 10 van obtenir una sobre-estimació de l'habilitat del COD, i 13, una sub-estimació.

Figura 6: Z-Scores del temps en el COD deficit i 505 per a cada participant corresponent a la DL.

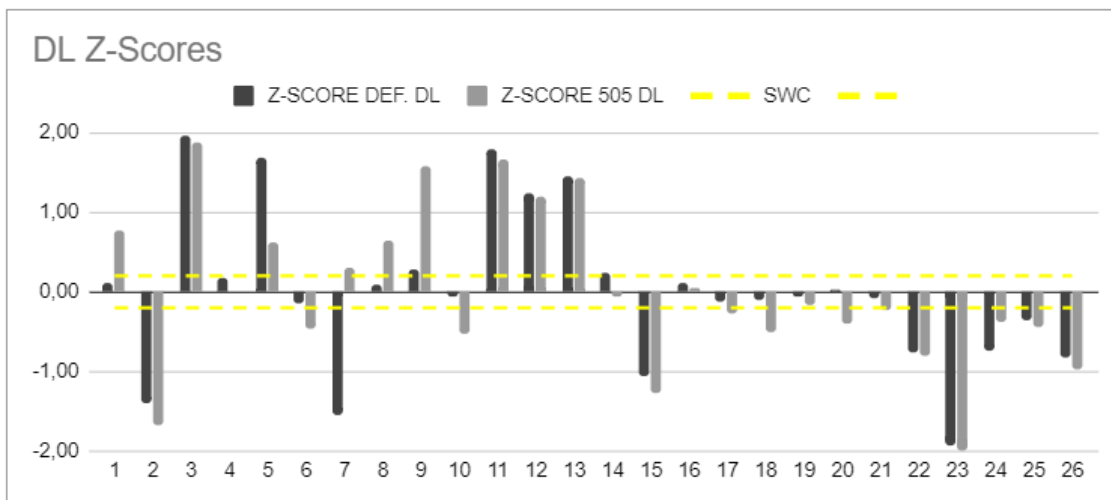
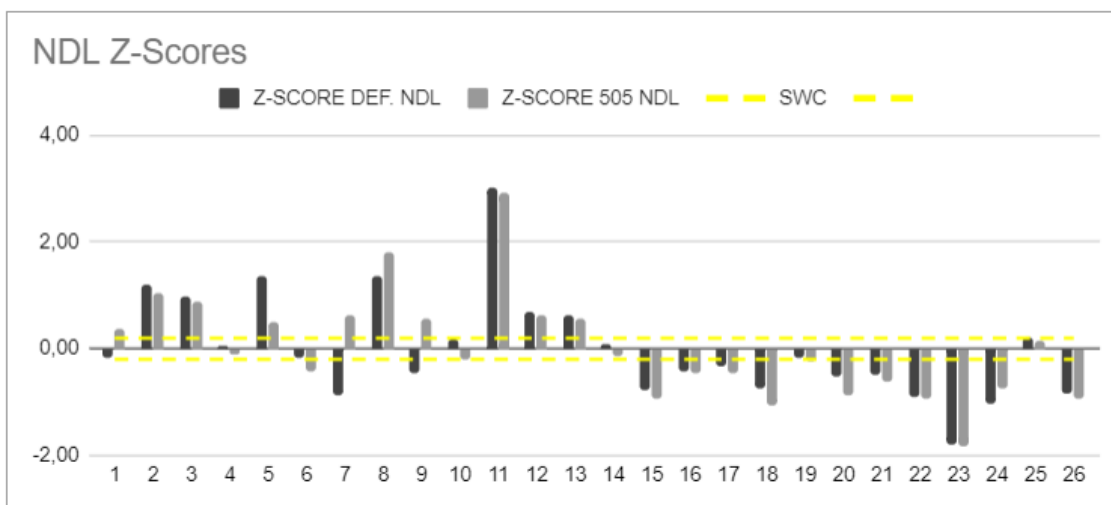


Figura 7: Z-Scores del temps en el COD deficit i 505 per a cada participant corresponent a la NDL.



5. Discussió

L'objectiu principal d'aquest Treball de Final de Grau era buscar les relacions entre les asimetries neuromusculars de les extremitats inferiors, i el rendiment esportiu en futbolistes joves de competició utilitzant els tests de *SLCMJ*, *505CODT* i *10 m Sprint Test*. Un dels objectius secundaris era cercar quina és la realitat de les asimetries en el futbol de competició, i si hi ha diferències significatives entre extremitats inferiors.

Els resultats obtinguts van mostrar diferents magnituds de asimetria segons el test utilitzat, sent el *SLCMJ* l'indicador amb major %ASI (5,28%) en comparació el *505CODT* (3,37%). Segons Madruga-Parera et al. (2019) aquesta diferència pot venir donada pel fet que en el *505CODT* hi ha una component important d'esprint lineal, emmascarant així el *COD*. Per altra banda, Bishop et al. (2018a) relacionen aquesta diferència entre tests determinant com difícilment replicable un *SLCMJ* en comparació un esprint lineal. En la correlació entre %ASI del *SCMJ* i el %ASI del *505CODT* no va resultar ser significativa. Addicionalment, afegir que tampoc es van observar relacions significants entre els resultats de les asimetries i els resultats en les proves de rendiment (*505CODT* i *10 m Sprint Test*). Aquests resultats segueixen la mateixa línia d'estudis ja publicats (Bishop, Turner et al., 2018; Raya-Gonzalez et al., 2020). A més a més, Bishop et al. (2018a) etiqueten la relació entre les asimetries neuromusculars i el rendiment com a pobre. Per tant, l'estudi d'aquesta relació s'hauria d'elaborar afegint una bateria de tests més àmplia per poder donar una visió més holística.

Els tests van mostrar relacions significatives entre les extremitats inferiors (*effect size*: 0,53-0,81). Aquests resultats donen a entendre que es pot esperar una diferència significativa entre extremitats inferiors en jugadors joves de competició. Aquests resultats segueixen els de l'estudi de Madruga-Parera et al. (2019), però es contradiuen amb altres estudis (Bishop et al., 2019b; Fort et al., 2020). Donada aquesta situació d'indicació i contraindicació, el monitoratge individualitzat dels esportistes és vital per assegurar que el possible dèficit no s'accentuï, ja que aquesta asimetria ve donada per la pròpia competició (Nimphius et al., 2018). D'aquesta manera, si hi ha un control individualitzat del jugador, es poden elaborar entrenaments específics pel mateix amb l'objectiu de reduir i/o controlar les asimetries neuromusculars. El llindar d'intervenció crítica de les asimetries neuromusculars en relació el rendiment és del 10% (Bishop, Turner et al., 2018). En aquests sentit, un dels objectius secundaris d'aquest TFG era l'anàlisi de la direccionalitat de les asimetries neuromusculars en jugadors joves de competició. En la Figura 5 es mostra la direccionalitat i el tant per cent de la asimetria de cada participant, destacant amb un 85% la *NDL*. Aquest resultat apropa la realitat de les demandes de la competició en el futbol, i on recau la problemàtica de les asimetries. També però, evidencia la necessitat de la individualització en l'entrenament per evitar els elevats nivells de asimetria, i on s'ha de posar el focus de la direccionalitat.

Finalment, l'estudi i investigació del *COD deficit* era una de les grans motivacions d'aquest TFG. La dificultat d'isolar la capacitat del canvi de direcció ha provocat que fins a dia d'avui es realitzi seguint una metodologia poc vàlida i poc fiable (Nimphius et al., 2018). La metodologia que empara Nimphius et al. (2018) és una proposta que intenta isolar més la capacitat del *COD*, i els resultats que obté, són els esperats. Gràcies a aquesta nova eina els preparadors físics poden determinar i saber la realitat dels seus esportistes, i deixar de generar constants hipòtesis. A nivell individual, permet dibuixar un diagnòstic realista que permet assegurar les correctes indicacions i pautes d'entrenament que ha de seguir cada esportista. Cal a dir però, que noves metodologies per poder aïllar més la variable canvi de direcció són necessàries. Per aquest motiu, en aquest TFG ha seguit aquesta mateixa metodologia; determinar el *COD deficit* a partir de la relació del rendiment en els tests de *505* i *10 m Sprint*. L'anàlisi de les dades obtingudes van mostrar una gran correlació ($r = 0,84$) entre el *505* i *COD deficit* (Taula 10). En aquest cas, una correlació positiva correspon a una millora del rendiment quan disminueix, i un empitjorament si augmenta el temps d'una de les dues variables. No es va trobar cap altra correlació entre les variables *505CODT*, *10 m Sprint Test*, i el *COD deficit*. Quan es van comparar els *z-scores*, un participant en DL (0,26%) i dos en NDL (0,52%), els resultats del *505* i *COD deficit* eren contradictoris (Figures 6-7). Com a conseqüència de determinar el *COD deficit*, i no quedar-se només amb les mitjanes i anàlisis dels resultats generals, els preparadors físics poden tenir una visió individualitzada de cada esportista i entendre la seva realitat condicional respecte les asimetries neuromusculars. Els resultats del *505CODT* es poden veure contaminats per l'esprint lineal, però gràcies al *COD deficit* es pot aïllar més la capacitat del canvi de direcció. És necessari afegir que l'aspecte qualitat d'execució del canvi de direcció juga un paper important.

Aquest treball de final de grau no ha estat absent de limitacions. La principal, els participants de l'estudi mai havien realitzat una prova *SLCMJ*. Per tant, la falta de domini tècnic durant l'execució hi va poder ser present. En segon lloc, per l'estudi de la relació entre les asimetries neuromusculars i el rendiment físic, només s'han utilitzat tres tests. Per poder tenir una visió més holística sobre el tema en qüestió, una major bateria de proves seria necessària, com la què es realitza en altres estudis (Madruga-Parera et al., 2018; Fort et al., 2020). En tercer lloc, tenir present la baixa quantitat de mostra ($n=26$). Els resultats obtinguts en aquest estudi s'han de prendre de manera cautelosa. Com a

última limitació a tenir en compte és la baixa experiència en realitzar tests de camp, en aquest cas el *SLCMJ*, *505CODT* i *10m Sprint Test* per part de l'autor.

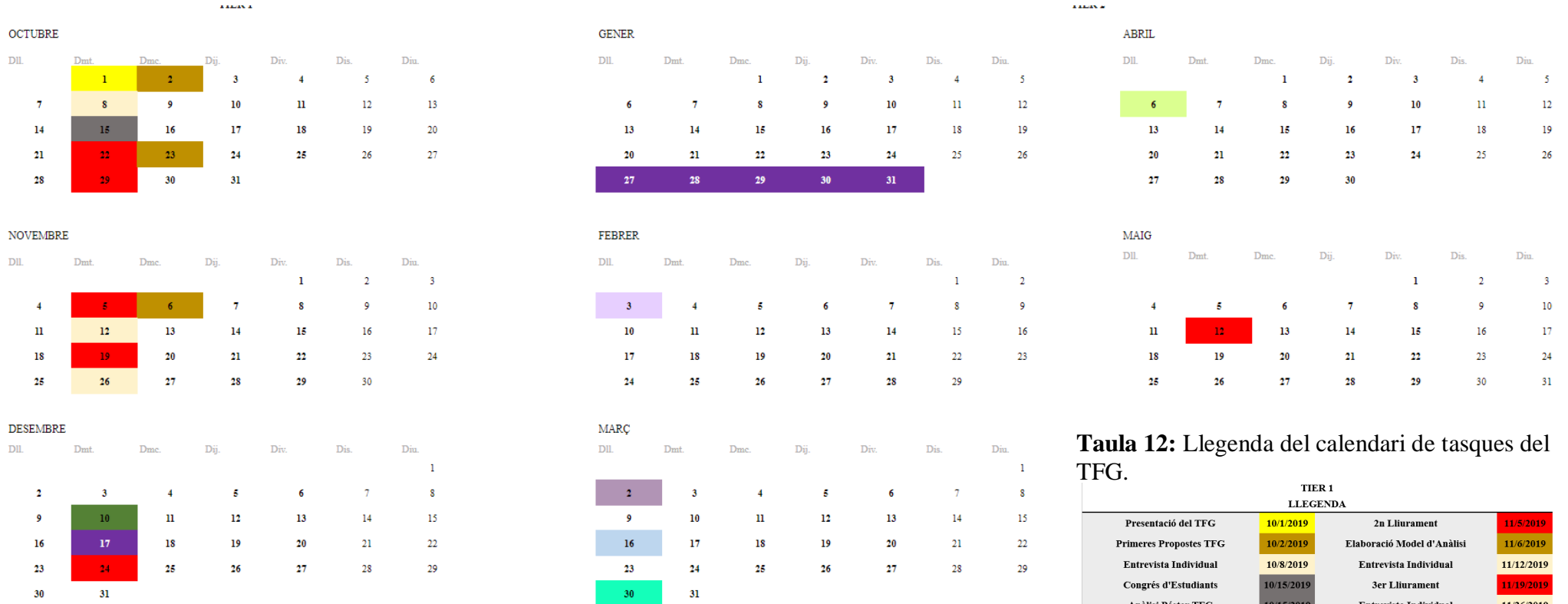
Degut a la controvèrsia entre estudis sobre els efectes de les asimetries neuromusculars sobre el rendiment esportiu, més autors seguint aquesta línia haurien d'investigar per tal d'aportar més validesa als resultats obtinguts. Per altra banda, la cerca de l'entrenament a seguir per millorar el rendiment en els canvis de direcció, esprint lineal, i salt de manera conjunta, és una línia encara incerta i poc investigada. Com a última motivació per a futures investigacions, el mètode per poder isolar la capacitat del canvi de direcció és encara poc fiable com a conseqüència del gran nombre de factors que hi participen el mètode actual. L'estudi sobre com poder isolar de manera més concreta la capacitat del canvi de direcció és necessari per poder millorar i evolucionar les eines que els entrenadors de força i condicionament tenen en l'actualitat. D'aquesta manera, tenir la capacitat d'estudiar més detalladament els esportistes i saber amb més exactitud què és el que necessiten per tal de millorar el seu rendiment esportiu i disminuir al mateix temps el risc de lesió.

6. Conclusions

Els resultats d'aquest estudi ressalten la falta de relació entre les asimetries neuromusculars i el rendiment físic en futbolistes joves de competició durant l'execució dels tests *SLCMJ*, *505CODT* i *10 m Sprint Test*. Aquest fet suggereix que una visió més holística és necessària per a l'estudi de la relació entre les variables asimetria i rendiment per obtenir resultats més concloents. Aquesta visió més holística recau sobre l'execució d'una bateria de proves més voluminosa que la realitzada en aquest TFG. Per altra banda, destaca el resultat de direccionalitat individual dels participants, en la que el 85% va recaure sobre la cama no dominant. Addicionalment, es va trobar una gran correlació entre el *COD deficit* i el *505CODT* mostrant la validesa que té l'estudi individualitzat dels esportistes per entendre millor la seva realitat condicional i capacitat del canvi de direcció.

7. Planificació i Cronograma del Treball de Final de Grau (TFG)

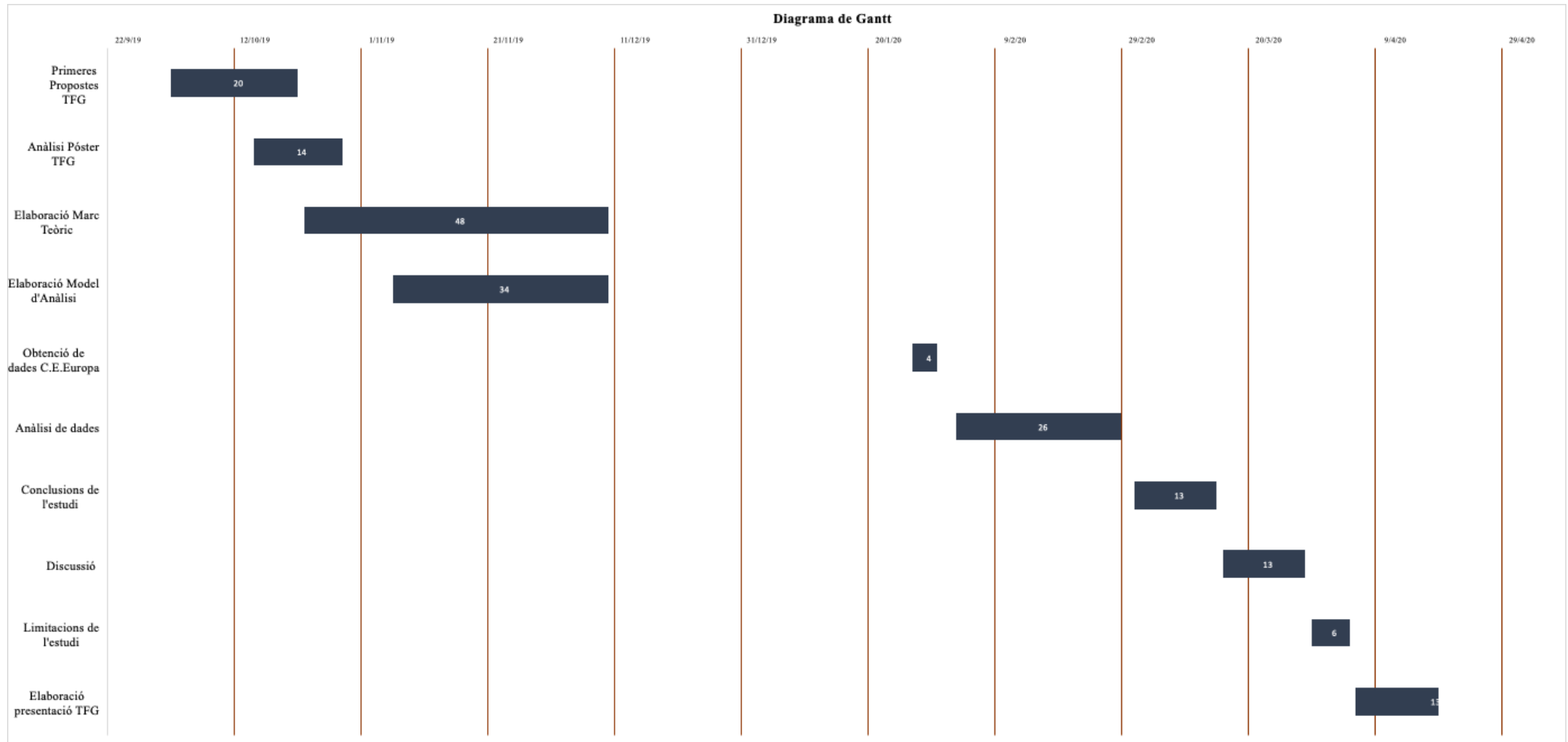
Figura 8: Calendari de tasques del TFG.



Taula 12: Llegenda del calendari de tasques del TFG.

TIER 1 LLEGENDA			
Presentació del TFG	10/1/2019	2n Lliurament	11/5/2019
Primeres Propostes TFG	10/2/2019	Elaboració Model d'Anàlisi	11/6/2019
Entrevista Individual	10/8/2019	Entrevista Individual	11/12/2019
Congrés d'Estudiants	10/15/2019	3er Lliurament	11/19/2019
Anàlisi Pòster TFG	10/15/2019	Entrevista Individual	11/26/2019
1er Lliurament:	10/22/2019	Revisió Proposta del Projecte de TFG	12/10/2019
Elaboració Marc Teòric	10/23/2019	Lliurament Final del Projecte de TFG	12/17/2019
Entrega Pòster Congrés d'Estudiants	10/29/2019		
TIER 2 LLEGENDA			
Obtenció de dades APN	12/17/2019	Discussió	3/16/2020
Obtenció de dades C.E.E/APN	1/27/2020	Limitacions de l'estudi	3/30/2020
Anàlisi de dades	2/3/2020	Elaboració presentació TFG	4/6/2020
Conclusions de l'estudi	3/2/2020	Entrega del TFG	5/12/2020

Figura 9: Diagrama de Gantt de les tasques del TFG.



8. Pressupost

Taula 13: Pressupost per poder realitzar aquest estudi.

MATERIAL	QUANTITAT	COST
Aplicació de mòbil: My Jump	1	10,99€
Aplicació de mòbil: My Sprint	1	10,99€
Bàscula	1	25,96€
Cinta aïllant	1	1,23€
Cinta mètrica	1	5€
Cons	8	2,08€
Fotocèl·lules fotoelèctriques	1	123,12€
Impressions consentiment informat	26	1,3€
Impressió full informatiu	2	0,1€
Lladres de corrent	2	30€
Ordinador portàtil	1	300€
TOTAL		510,77€

9. Bibliografia

- Altmann, S., Ringhof, S., Neumann, R., Woll, A., & Rumpf, M. C. (2019). Validity and reliability of speed tests used in soccer: A systematic review. In *Plos One* (Vol. 14). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0220982>
- Balsalobre-Fernández, C., Glaister, M., i Lockey, R. A. (2015). The validity and reliability of an iPhone app for measuring vertical jump performance. *Journal of Sports Sciences*, 33(15), 1574–1579. <https://doi.org/10.1080/02640414.2014.996184>
- Bangsbo, J., Mohr, M., i Krstrup, P. (2006). Demandas Físicas Y Energéticas Del Entrenamiento En El Jugador De Fútbol De Elite. *Journal of Sports Sciences*, 24(7), 665–674. <https://doi.org/10.1080/02640410500482529>
- Bishop, C., Berney, J., Lake, J., Loturco, I., Blagrove, R., Turner, A., et al. (2019a). Bilateral deficit during jumping tasks. *J. Strength Cond. Res.* In press. doi:10.1519/JSC.0000000000003075.
- Bishop, C., Brashill, C., Read, W., Abbott, P., Lake, J., i Turner, A. (2019b). Jumping asymmetries are associated with speed, change of direction speed, and jump performance in elite academy soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 00(December), 1042–1049. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003058>
- Bishop, C., Lake, J., Loturco, I., Papadopoulos, K., Turner, A., and Read, P. (2018a). Interlimb asymmetries: the need for an individual approach to data analysis. *J. Strength Cond. Res.* In press. doi:10.1519/JSC.0000000000002729.
- Bishop, C., Read, P., Chavda, S., i Turner, A. (2016). Asymmetries of the Lower Limb: The Calculation Conundrum in Strength Training and Conditioning. *Strength and Conditioning Journal*, 38(6), 27–32. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000264>
- Bishop, C., Read, P., Chavda, S., Jarvis, P., i Turner, A. (2019c). Using Unilateral Strength, Power and Reactive Strength Tests to Detect the Magnitude and Direction of Asymmetry: A Test-Retest Design. *Sports*, 7(3), 58. <https://doi.org/10.3390/sports7030058>
- Bishop, C., Read, P., McCubbine, J., i Turner, A. (2018b). Vertical and Horizontal Asymmetries are Related to Slower Sprinting and Jump Performance in Elite Youth Female Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 1. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000002544>
- Bishop, C., Turner, A., Jarvis, P., Chavda, S., i Read, P. (2017). Considerations for Selecting Field-Based Strength and Power Fitness Tests to Measure Asymmetries. *Journal of*

- Strength and Conditioning Research*, 31(9), 2635–2644.
doi:10.1519/jsc.0000000000002023
- Bishop, C., Turner, A., Maloney, S., Lake, J., Loturco, I., Bromley, T., i Read, P. (2019d). Drop Jump Asymmetry is Associated with Reduced Sprint and Change-of-Direction Speed Performance in Adult Female Soccer Players. *Sports*, 7(1), 29. <https://doi.org/10.3390/sports7010029>
- Blazevich, A. J., i Jenkins, D. G. (2002). Effect of the movement speed of resistance training exercises on sprint and strength performance in concurrently training elite junior sprinters. *Journal of Sports Sciences*, 20(12), 981–990. <https://doi.org/10.1080/026404102321011742>
- Bloomfield, J., Polman, R., i O'Donoghue, P. (2007). Physical demands of different positions in FA Premier League soccer. *Journal of Sports Science and Medicine*, 6(1), 63–70.
- Carling, C., Bloomfield, J., Nelsen, L., i Reilly, T. (2008). *Cat.8500d*. 38(10), 839–862. <https://doi.org/10.2165/00007256-200838100-00004>
- Dellal, A., Chamari, K., Wong, D. P., Ahmaidi, S., Keller, D., Barros, R., i Carling, C. (2011). Comparison of physical and technical performance in European soccer match-play: Fa Premier League and La Liga. *European Journal of Sport Science*, 11(1), 51–59. <https://doi.org/10.1080/17461391.2010.481334>
- Di Salvo, V., Baron, R., Tschann, H., Calderon Montero, F. J., Bachl, N., i Pigozzi, F. (2007). Performance characteristics according to playing position in elite soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 28(3), 222–227. <https://doi.org/10.1055/s-2006-924294>
- Dos'Santos, T., Bishop, C., Thomas, C., Comfort, P., & Jones, P. A. (2019). The effect of limb dominance on change of direction biomechanics: A systematic review of its importance for injury risk. *Physical Therapy in Sport*, 37, 179–189. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2019.04.005>
- Ferrari Bravo, D., Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Castagna, C., Bishop, D., i Wisloff, U. (2008). Sprint vs. interval training in football. *International Journal of Sports Medicine*, 29(8), 668–674. <https://doi.org/10.1055/s-2007-989371>
- Gabbett, T., Georgieff, B., Anderson, S., Cotton, B., Savovic, D., i Nicholson, L. (2006). Changes in skill and physical fitness following training in talent-identified volleyball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(1), 1106–1111. <https://doi.org/10.1519/00124278-200602000-00005>

- Hoffman J., Ratamess N., Cooper J., Kang J., i Chilakos J., (2005). Comparison of loaded and unloaded jump squat training on strength/power performance in college football players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(4), 1534–1539.
- Hopkins WG., (2004). How to interpret changes in an athletic performance test. *Sportscience*, 8, 1–7.
- Hopkins WG., Marshall, S. W., Batterham, A. M., i Hanin, J. (2009). Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41(1), 3–12. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31818cb278>
- Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Maffiuletti, N., i Marcora, S. M. (2007). A vertical jump force test for assessing bilateral strength asymmetry in athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(11), 2044–2050. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e31814fb55c>
- Jones, P. A., Herrington, L. C., i Graham-Smith, P. (2015). Technique determinants of knee joint loads during cutting in female soccer players. *Human Movement Science*, 42, 203–211. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2015.05.004>
- Jones, P. A., Herrington, L., i Graham-Smith, P. (2016). Braking characteristics during cutting and pivoting in female soccer players. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 30, 46–54. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2016.05.006>
- Karcher, C., i Buchheit, M. (2014). On-Court demands of elite handball, with special reference to playing positions. *Sports Medicine*, 44(6), 797–814. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0164-z>
- Madruga-Parera, M., Bishop, C., Beato, M., Fort-Vanmeerhaeghe, A., Gonzalo-Skok, O., i Romero-Rodríguez, D. (2019). Relationship Between Interlimb Asymmetries and Speed and Change of Direction Speed in Youth Handball Players. *The Journal of Strength & Conditioning Research, Publish Ah*, 30. Retrieved from https://journals.lww.com/nsca-jscr/Fulltext/publishahead/Relationship_Between_Interlimb_Asymmetries_and.94648.aspx
- Mohr, M., Krustup, P., i Bangsbo, J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of Sports Sciences*, 21(7), 519–528. <https://doi.org/10.1080/0264041031000071182>
- Montgomery, C., Blackburn, J., Withers, D., Tierney, G., Moran, C., i Simms, C. (2018). Mechanisms of ACL injury in professional rugby union: A systematic video analysis of 36 cases. *British Journal of Sports Medicine*, 52(15), 994–1001. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096425>

- Murphy, A. J., i Wilson, G. J. (1997). The ability of tests of muscular function to reflect training-induced changes in performance. *Journal of Sports Sciences*, 15(2), 191–200. <https://doi.org/10.1080/026404197367461>
- Nimphius, S., Callaghan, S. J., Bezodis, N. E., i Lockie, R. G. (2018). Change of Direction and Agility Tests: Challenging Our Current Measures of Performance. *Strength and Conditioning Journal*, 40(1), 26–38. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000309>
- Nimphius, S., Callaghan, S. J., Spiteri, T., i Lockie, R. G. (2016). Change of Direction Deficit: A More Isolated Measure of Change of Direction Performance Than Total 505 Time. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(11), 3024–3032. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001421>
- Osgnach, C., Poser, S., Bernardini, R., Rinaldo, R., i Di Prampero, P. E. (2010). Energy cost and metabolic power in elite soccer: A new match analysis approach. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 42(1), 170–178. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181ae5cfd>
- Polman, R., Walsh, D., Bloomfield, J., i Nesti, M. (2004). Effective conditioning of female soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 22(2), 191–203. <https://doi.org/10.1080/02640410310001641458>
- Pueo, B., Jimenez-Olmedo, J. M., Lipińska, P., Buško, K., i Penichet-Tomas, A. (2018). Concurrent validity and reliability of proprietary and open-source jump mat systems for the assessment of vertical jumps in sport sciences. *Acta of Bioengineering and Biomechanics*, 20(3), 51–57. <https://doi.org/10.5277/ABB-01132-2018-02>
- Raya-González, J., Bishop, C., Gómez-Piqueras, P., Veiga, S., Viejo-Romero, D., i Navandar, A. (2020). Strength, Jumping, and Change of Direction Speed Asymmetries Are Not Associated With Athletic Performance in Elite Academy Soccer Players. *Frontiers in Psychology*, 11(March), 1–8. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00175>
- Reilly, T., i Ekblom, B. (2005). The use of recovery methods post-exercise. *Journal of Sports Sciences*, 23(6), 619–627. <https://doi.org/10.1080/02640410400021302>
- Romero-Franco, N., Jiménez-Reyes, P., Castaño-Zambudio, A., Capelo-Ramírez, F., Rodríguez-Juan, J., González-Hernández, J., i Balsalobre-Fernández, C. (2017). Sprint performance and mechanical outputs computed with an iPhone app: Comparison with existing reference methods. *European Journal of Sport Science*, 17(4), 386–392. <https://doi.org/10.1080/17461391.2016.1249031>

- Spencer, M., Bishop, D., Dawson, B., i Goodman, C. (2005). *Art:10.2165/00007256-200535120-00003*. 35(12), 1025–1044.
- Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C., i Wisløff, U. (2016). Physiology of Soccer An Update. *International Journal of Applied Engineering Research*, 11(7), 5060–5066. <https://doi.org/10.2165/00007256-200535060-00004>
- Tricoli, V., Lamas, L., Carnevale, R., i Ugrinowitsch, C. (2005). Short-term effects on lower-body functional power development: Weightlifting vs. vertical jump training programs. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(2), 433–437. <https://doi.org/10.1519/R-14083.1>
- Vargas, F. S. (2017). *El entrenamiento en los deportes de equipo* (Primera; Mastercede, ed.). Barcelona: Byomedic SYSTEM.
- Vargas, F. S. (1986). Entrenamiento coadyuvante. *Apunts: Medicina de l'esport*, 23(87), 39–42.
- Young, W. B., McDowell, M. H., i Scarlett, B. J. (2001). Specificity of Sprint and Agility Training Methods. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(3), 315–319. [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(2001\)015<0315:SOSAAT>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(2001)015<0315:SOSAAT>2.0.CO;2)

10. Annex

1. Informació per als participants

El treball d'investigació amb autor Jordi Pumarola Peris, tutoritzat per Azahara Fort Van-Meerhaeghe portem a terme el projecte d'investigació: **Relació entre les asimetries de potència de cames en el salt vertical (ULCMJ), l'esprint i el canvi de direcció (COD) en jugadors de futbol**. El projecte té com objectiu principal **determinar la relació entre la capacitat de canvis de direcció, la velocitat lineal, i la potència de salt unilateral en jugadors de futbol establint les asimetries com a focus de la qüestió** per tal de poder **establir i comparar la asimetria entre els diferents tests unilaterals, i analitzar el dèficit en el canvi de direcció (CODD) dels jugadors comparant els resultats del test d'esprint en relació el test 505**.

En primer lloc, **el mètode que es seguirà es centrarà en la realització de tres tests que valoren tres capacitats físiques diferents; ULCMJ (potència de cames), 10m Sprint Test (acceleració lineal), i finalment, COD Speed Test (capacitat de canviar de direcció)**. Prèviament a la realització dels tests, es prendran les mesures de pes i talla abans de dur a terme una activació motriu per la posada a punt pels tests. En el context d'aquesta investigació li demanem la seva col·laboració **per poder obtenir la màxima mostra possible i d'aquesta manera, donar validesa als resultats finals**. Per altra banda, **vostè compleix les característiques idònies per formar part de la investigació; home, 18-19 anys i jugador de futbol amb més de 10 anys d'experiència**. Aquesta col·laboració implica participar en **realitzar els tres tests mencionats amb anterioritat amb prèvia obtenció de dades (pes i talla)**. Tots els participants tindran assignat un codi per el qual és impossible identificar al participant amb les dades donades, garantint totalment la confidencialitat. Els resultats que s'obtidran de la seva participació no s'utilitzaran amb un altre fi diferent de l'explicitat en aquesta investigació i passaran a formar part d'un fitxer de dades del que serà màxim responsable l'investigador principal. Aquestes dades quedarien protegides **mitjançant l'anonimat durant tot el procés d'obtenció de dades en els tests**, i únicament **tindran accés a aquestes dades l'investigador principal juntament amb la seva tutora**. El fitxer de dades de l'estudi estarà sota la responsabilitat de l'IP davant del qual podrà exercir en tot moment els drets que estableix la Llei orgànica 15/1999, de 13 de desembre,

de protecció de dades de caràcter personal i el Reglament general (UE) 2016/679, de 27 d'abril de 2016, de protecció de dades i normativa complementària.

Ens posem a la seva disposició per resoldre qualsevol dubte que la mateixa hagi suscitat. Pot contactar amb nosaltres a través del correu que trobarà a continuació:
jordipp6@blanquerna.url.edu

2. Consentiment informat

Jo, _____ [NOM I COGNOMS], major d'edat, amb DNI _____ [NÚMERO D'IDENTIFICACIÓ], actuant en nom i interès propi DECLARO QUE: He rebut informació sobre el projecte "**Relació entre les asimetries de potència de cames en el salt vertical (ULCMJ), l'esprint i el canvi de direcció (COD) en jugadors de futbol**" del que se m'ha lliurat el full informatiu annex a aquest consentiment i pel qual es sol·licita la meva participació. He entès el seu significat, se m'han aclarit els dubtes i m'han estat exposades les accions que es deriven del mateix. Se m'ha informat de tots els aspectes relacionats amb la confidencialitat i protecció de les dades dels participants en el projecte. La meva col·laboració en el projecte és totalment voluntària i tinc dret a retirar-me del mateix en qualsevol moment, revocant el present consentiment, sense que aquesta retirada pugui influir negativament en la meva persona en cap cas. En cas de retirada, tinc dret a què les meves dades identificatives siguin cancel·lades del fitxer de l'estudi. Així mateix, renuncio a qualsevol benefici econòmic, acadèmic o de qualsevol altra naturalesa que pugués derivar-se del projecte o dels seus resultats. Per tot això, DONO EL MEU CONSENTIMENT A:

1. Participar en el projecte "**Relació entre les asimetries de potència de cames en el salt vertical (ULCMJ), l'esprint i el canvi de direcció (COD) en jugadors de futbol**"
2. Que l'investigador/autor **Jordi Pumarola Peris** i la Dra. **Azahara Fort Van-Meerhaeghe** com a tutora, puguin tractar les meves dades en els termes i abast necessari per la recerca, entenent que en cap cas es difondran de manera que es puguin vincular a les meves dades identificatives i que únicament es conservaran durant el temps que sigui necessari per complir les funcions del projecte.

Barcelona, a ____/____/____ [DIA/MES/ANY]

[SIGNATURA PARTICIPANT]

[SIGNATURA PUMAROLA, J.]

3. Taula Mare

	SLCMJ								
Participant	1d	2d	1e	2e	Best D	Best E	SLCMJ DL	SLCMJ NDL	SLCMJ %ASI

CODS 180 Test															
1d	2d	1e	2e	Best D	Best E	COD DL	COD NDL	COD %ASI	COD DEF. DL	COD DEF. NDL	Z-SCORE DEF. DL	Z-SCORE DEF. NDL	Z-SCORE 505 DL	Z-SCORE 505 NDL	SWC

10m Sprint Test							
1	2	10m Best	Edat	Pes	Talla	IMC	

