

*“Entrenament neuromuscular per la millora del rendiment dels canvis de direcció i les asimetries entre cames en jugadores joves de bàsquet.”*



**Alumna:** Clàudia Baraut

**Professora:** Azahara Fort

**Assignatura:** TFG

**Curs:** 4rt CAFE

**Data d'entrega:** 17 de maig de 2022

## Índex

1. Abstract en català, castellà i anglès .....	1
2. Introducció .....	3
3. Marc teòric .....	4
3.1 El Bàsquet .....	4
3.1.1 Demandes fisiològiques del bàsquet .....	4
3.1.2 Àrees i continguts principals del bàsquet .....	5
3.2 La importància dels canvis de direcció en el rendiment del bàsquet .....	7
3.3 Les asimetries entre cames: Consideracions en el rendiment i en la reducció de la incidència lesiva .....	8
3.4 Proves d'avaluació d'asimetries i canvis de direcció .....	9
4. Metodologia/Model anàlisi .....	13
4.1 Objectius .....	13
4.2 Hipòtesis .....	13
4.3 Disseny de l'estudi .....	13
4.4 Mostra .....	15
4.5 Valoració/ Testing .....	15
4.5.1 Instruments de mesura .....	16
4.6 Intervenció .....	18
4.7 Anàlisi de dades .....	19
5. Resultats .....	20
6. Discussió .....	24
7. Conclusions .....	27
8. Bibliografia .....	28
9. Agraïments .....	31
10. Annexes .....	32

## 1. Abstract en català, castellà i anglès

### *Resum*

El present estudi ha tingut com a objectiu principal analitzar la influència d'una proposta d'entrenament neuromuscular en la millora dels canvis de direcció (COD) i la reducció de les asimetries (ASI) en joves jugadores de bàsquet. Els objectius secundaris de l'estudi han estat comparar l'efecte de la intervenció proposada segons el grup d'edat i descriure la magnitud(%ASI) i la direcció de les asimetries pre i post intervenció.

La mostra va ser un conjunt de 37 jugadores d'entre 12-15 anys que formaven part d'un club federat de Barcelona. Es van fer tests inicials del CMJ bilateral, CMJ unilateral, COD 45º i COD 180º, una proposta d'intervenció dirigida a millorar la potència de les extremitats inferiors amb una durada total de 4 setmanes i uns tests finals per avaluar l'evolució.

Després d'analitzar els resultats obtinguts amb el programa Jamovi, s'ha vist que la tendència ha estat un increment del seu rendiment però que només s'ha obtingut una millora significativa ( $P<0,05$ ) en el CMJ,CMJ dreta, CMJ esquerra i COD 45 dreta en l'equip pre-infantil; CMJ, CMJ dreta, CMJ esquerra de l'equip infantil; CMJ dreta i CMJ esquerra en l'equip cadet de 1r any.

En les asimetries els percentatges també han disminuït tot i que els gràfics que indiquen les direccions mostren jugadores puntuals que tenen un percentatge per sobre del 15% en el salt CMJ, fet que indica que tenen més potencial per patir una lesió.

Les variables estudiades en aquesta recerca poden servir a jugadors i a preparadors físics per fer una millor preparació en tasques que tinguin una transferència directa a pista i establir un millor coneixement i comprensió del joc.

**Paraules clau:** Entrenament, bàsquet, jugadores, canvis de direcció, asimetries,CMJ,COD45º,COD 135º.

### *Resumen*

El presente estudio ha tenido como principal objetivo analizar la influencia de una propuesta de entrenamiento neuromuscular en la mejora de los cambios de dirección (COD) y la reducción de las asimetrías (ASI) en jóvenes jugadoras de baloncesto. Los objetivos secundarios del estudio han consistido en comparar el efecto de la intervención propuesta según el grupo de edad y describir la magnitud (%ASI) y la dirección de las asimetrías pre y post intervención.

La muestra fue un conjunto de 37 jugadoras de entre 12 y 15 años que formaban parte de un club federado de Barcelona. Se realizaron test iniciales del CMJ bilateral, CMJ unilateral, COD 45º y COD 180º, una propuesta de intervención dirigida a mejorar la potencia de las extremidades inferiores con una duración total de 4 semanas y unas pruebas finales para evaluar la evolución.

Tras analizar los resultados obtenidos con el programa Jamovi, se ha visto que la tendencia ha sido un incremento de su rendimiento pero que solo se ha obtenido una mejora significativa ( $P < 0,05$ ) en el CMJ, CMJ derecha, CMJ izquierda y COD 45 derecha en el equipo pre-infantil; CMJ, CMJ derecha, CMJ izquierda del equipo infantil; CMJ derecha y CMJ izquierda en el equipo cadete de 1r año.

En las asimetrías los porcentajes también han disminuido, aunque los gráficos que indican las direcciones muestran a jugadores puntuales que tienen un porcentaje por encima del 15% en el salto CMJ, lo que indica que tienen más potencial para sufrir una lesión.

Las variables estudiadas en esta investigación pueden servir a jugadores y preparadores físicos para hacer una mayor preparación en tareas que tengan una transferencia directa a pista y establecer un mayor conocimiento y comprensión del juego.

**Palabras clave:** Entrenamiento, baloncesto, jugadoras, cambios de dirección, asimetrías, CMJ, COD 45º, COD 135º.

### *Abstract*

The main objective of this study was to analyze the influence of a proposed neuromuscular training on improving changes of direction (COD) and reducing asymmetries (ASI) in young basketball players. The secondary objectives of the study were to compare the effect of the proposed intervention according to the age group and to describe the magnitude (%ASI) and the direction of the pre- and post- intervention asymmetries.

The show was a group of 37 players aged 12-15 who were part of a federated club in Barcelona. Initial tests of the bilateral CMJ, unilateral CMJ, COD 45º and COD 180º were carried out, an intervention was proposed with the goal of improving the power of the lower extremities with a total duration of 4 weeks and final tests to assess the evolution.

After analyzing the results obtained with the Jamovi program, it has been an increase in its performance has been obtained ( $P < 0,05$ ) in the CMJ, right CMJ, left CMJ and COD 45 right in the "Pre-infantil" team; CMJ, right CMJ, left CMJ of the "Infantil" team; CMJ right and CMJ left in the "Cadet 1r any" team.

In the asymmetries the percentages have also decreased although the graphs that indicate the directions show punctual players who have a percentage above 15% in the CMJ jump, which indicates that they have more potential to suffer an injury.

The variables studied in this research can be used by players and physical trainers to better prepare for tasks that have a direct transfer to the court and to establish a better knowledge and understanding of the game.

**Key words:** Performance, basketball, female players, changes of direction, asymmetries, CMJ, COD 180º, COD 135º.

## 2.Introducció

Aquest projecte de TFG neix de la meva inquietud i interès pel món de l'entrenament ja que crec que és una molt bona oportunitat per seguir aprenent i posar-ho en pràctica d'una manera experimental. Ara que faig el quart curs he volgut proposar un treball on també pugui fer alguns dels tests i aplicar coneixements que ens han ensenyat a les assignatures d'entrenament i de rendiment cursades.

Un cop he tingut la idea que volia desenvolupar, és essencial elaborar un disseny d'estudi que sigui factible en el dia a dia i tingui accessibilitat per aconseguir totes les dades. Enguany estic realitzant tasques de preparació física en un club de bàsquet de Barcelona per primera vegada, el CB Grup Barna.

Està sent una experiència molt positiva ja que treballo en equips de formació amb poca experiència en l'àmbit de la preparació física. Des del principi de temporada fins ara hi ha hagut una progressió notable en la majoria dels jugadors.

Quan vaig proposar la idea al club de poder fer aquest estudi amb les seves jugadores m'ho van posar molt fàcil i aquest ha estat el detonant: escollir a les jugadores de formació de diferents edats com a subjecte d'estudi.

Pel que fa a l'estudi en concret m'ha semblat oportú analitzar els canvis de direcció i la seva relació amb les asimetries entre cames en un joc de naturalesa intermitent i discontinua com el bàsquet. Ho encaro com un repte donat que és el primer cop que realitzo diferents tests per elaborar una proposta d'entrenament inèdita pels subjectes d'estudi.

## 3. Marc teòric

Per tal d'elaborar el marc teòric d'aquest estudi s'han consultat autors de referència en l'àmbit de l'entrenament neuromuscular per als canvis de direcció i les asimetries com són Chris Bishop, Thomas Dos'Santos, Marc Madruga i Azahara Fort-Vanmeerhaeghe. Les fonts d'informació on s'han trobat la majoria d'aquests papers han estat el *Google Acadèmic* i el *Research Gate* buscant els investigadors en concret. S'ha considerat la data de publicació a l'hora d'escollir les fonts per tal que la informació dels estudis estigui actualitzada i no siguin de fa més de 10 anys d'antiguitat.

### 3.1 El Bàsquet

El bàsquet és un esport que troba els seus orígens en un context d'educació formal i en concret en un institut ubicat a Springfield (Massachusetts). El professor James Naismith va elaborar un joc amb un caràcter pedagògic i que es pogués jugar independentment de les condicions meteorològiques. Les regles inicials han anat evolucionant fins a les que coneixem en el dia d'avui (Mujica, 2018).

És un esport de situació amb col·laboració i oposició al mateix temps on es juga en un espai compartit de 5 jugadors contra 5 en un terreny de joc d'unes dimensions de 28\*15 metres.

Hi ha diferents aspectes que són clau per aconseguir els objectius, aspectes tècnics, tàctics, físics i psicològics. Els mètodes d'entrenament que incrementen el rendiment en esports individuals aconseguen el mateix objectiu en esports d'equip. Aquest fet s'argumenta donat que l'esport és una activitat unidimensional i totes les seves característiques posseeixen unes característiques comunes. El desenvolupament de les capacitats físiques és l'essència de l'esport i del seu aprenentatge i com més desenvolupades estiguin major serà el rendiment que es pugui obtenir (Costiya, 2002).

El bàsquet és un esport intermitent on hi ha constants acceleracions, desacceleracions, canvis de ritme i canvis de direcció per això és clau que els jugadors dominin aquestes facetes que els farà marcar la diferència quan ja tècnica i tàcticament tenen un nivell més que notable.

Per tal d'aprofundir una mica més en les demandes concretes sobre els jugadors crearem els sots-apartats següents :

#### 3.1.1 Demandes fisiològiques del bàsquet

Pel que fa al rendiment i el consum de  $VO_2$  màx els jugadors han d'estar a un nivell que els permeti poder jugar amb garanties. Segons els estudis dels autors que citarem al final del paràgraf el consum d'oxigen no podrà estar per sota de 50 ml.kg-1.min-1 per tal de poder rendir en un partit de màxim nivell. En comparació amb altres disciplines com l'handbol, el  $VO_2$  màx és inferior (Ávila et al., 2002).

Si ens centrem en el rang d'intensitat segons uns estudis, en el partit un 8,8% del temps els jugadors se'l passen fent moviment específics a alta intensitat, un 5,3% esprint i un 2,1% saltant.

Existeixen 1050 accions específiques diferents i hi ha diferències significatives en funció de la posició de joc que s'ocupa. Un 41% del temps s'estan duent a terme accions específiques, un 22% carrera a baixa-mitja intensitat, i un 29,9% de peu parats o caminant (Abdelkrim et al., 2007).

Entre les posicions específiques podem diferenciar entre jugadors exteriors que ocupen posicions de base, escolta i aler. Les seves característiques físiques són de jugadors àgils, amb bon desplaçament lateral i velocitat. Per altra banda els jugadors interiors alers-pivots i pivots són jugadors que ocupen posicions més properes a cistella, més corpulents i més forts.

En termes de concentració de lactat una gran quantitat d'energia durant el partit prové d'energia del sistema aeròbic mentre que les accions més determinants provenen del sistema anaeròbic. Els rangs de lactat que es donen en un partit són entre 3,2-6,8 mmol/l (Narazaki et al., 2008).

### 3.1.2 Àrees i continguts principals del bàsquet

En els esports d'equip hi ha hagut propostes de mètodes d'entrenament que han anat evolucionant amb el pas dels anys. Amb la necessitat de trobar-ne una que s'adapti a la especificitat de cada esport i tenint en compte cada individu s'ha desenvolupat l'entrenament estructurat.

L'entrenament estructurat (EE) és una proposta d'entrenament esportiu fonamentada en l'interès per l'ésser humà esportista. Les relacions que existeixen entre les diferents estructures que formen cada individu i la seva organització faciliten les relacions amb l'entorn competitiu específic de cada esport. (Tarragó et al., 2019).

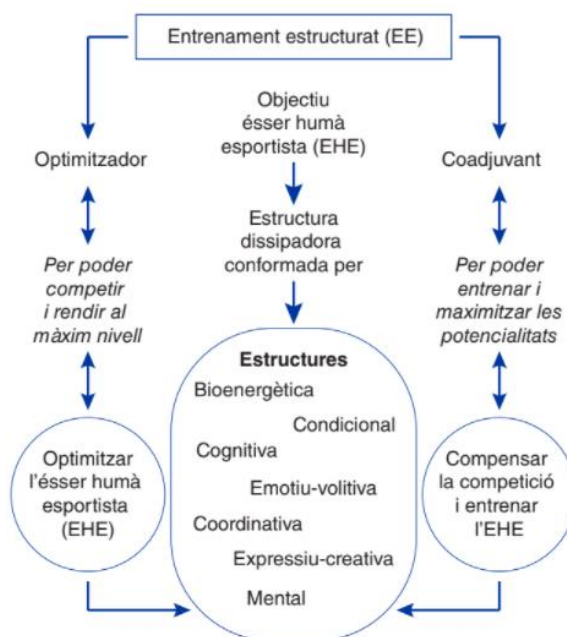


Figura 1: Estructures que conformen EE Font: *Revista Apunts E.Física i esport*

Els fonaments en els que es basa aquest model d'entrenament són(Tarragó et al.,2019):

**-Optimització:** El món de l'entrenament s'entén com un sistema dinàmic amb fluctuacions constants. L'EE entrena allò que és específic de l'esport que es practica, optimitzant el procés de planificació, disseny, execució i control per obtenir els resultats desitjats.

**-Variabilitat:** Afavorir la pràctica de diferents patrons motors per tal de fomentar l'aprenentatge motor des de l'aprenentatge de l'esport. La variació i la variabilitat provoquen interactivitat dinàmica en el conjunt de sistemes. Entrenar a partir de la variabilitat estimula la interactivitat dinàmica entre el tota dels sistemes que constitueixen l'ésser humà esportista.

**-Especificitat:** Es tracta d'orientar les tasques d'entrenament per a cada disciplina esportiva en funció de les capacitats que més es manifesten.

**-Situacions simuladores preferencials:** Generar esdeveniments i conjunts de situacions que predisposin a un estat d'acció i resposta en un entorn que representarà el que l'individu es trobarà el dia de la competició. Per fer-ho es crearan tasques amb unes regles, espais i nombres de jugadors definits.

Per tal d'aconseguir que l'EE estigui el més preparat possible hi ha dos tipus d'entrenament:

L'optimitzador que servirà per poder preparar a l'esportista per planificar les tasques, controlar les càrregues i que pugui ser capaç de trobar el pic de rendiment òptim en totes les competicions que realitzi durant la seva trajectòria com a esportista.

I per altra banda el coadjuvant que són totes les sessions i tasques que serveixen perquè el jugador pugui estar en un pic de forma elevat durant el màxim període de temps.

Amb el pas del temps i amb les noves tendències que han agafat els entrenaments de força l'entrenament coadjuvant ha anat guanyant pes per aconseguir el rendiment de l'esportista. Permetent optimitzar aquells components estructurals i sistemes que exigeix cada especialitat esportiva(Gómez et al.,2019).

Dins de l'entrenament coadjuvant es classifiquen en diferents apartats en funció de l'objectiu que es pretengui aconseguir fet que els diferencia entre ells.

**A. EC preventivo**

- A.1 Primario o grupal
- A.2 Secundario o individual

**B. EC de restauración**

**C. EC Estructural**

- C.1 ECE de adaptació anatòmica
- C.2 ECE de hipertrofia aplicada
- C.3 ECE metabòlic

**D. EC de cualidades específicas**

- D.1 Desplazamiento
- D.2 Salto
- D.3 Lucha
- D.4 Acción con el balón



Figura 2: Classificació entrenament coadjuvant *Font: Apuntes Educación Física y deporte.*

S'entenen com àrees de treball les quatre manifestacions específiques de força que es requereixen en tots els esports d'equip com el bàsquet. Força pels seus desplaçaments, salts, lluites i accions amb la pilota. L'Organització de l'entrenament coadjuvant es desenvolupa en funció del grau de similitud que tenen els exercicis respecte a la pràctica competitiva. (Gómez et al.;2019)

En el bloc de força de desplaçament es on es farà el treball d'acceleracions, desacceleracions i canvis de direcció.

### 3.2 La importància dels canvis de direcció en el rendiment del bàsquet

En esports d'oposició i d'habilitat oberta és clau la capacitat d'accelerar, reversar, canviar de direcció, desaccelerar i tornar a accelerar de manera ràpida i eficaç. En el bàsquet hi ha accions unilaterals d'alta intensitat que es produeixen de manera constant tant en accions ofensives com defensives (Fort-Vanmeerhaeghe et al 2021).

La velocitat del canvi de direcció (COD) és un component de l'agilitat que descriu el moviment on no es requereix cap reacció a un estímul i el canvi de direcció està previst prèviament. Aquesta habilitat pot ser decisiva per el rendiment en molts camps i esports de pista.

S'executen CODs de manera constant en un partit d'esports d'equip i els jugadors que són capaços de canviar de direcció més ràpidament poden tenir avantatge sobre els seus oponents. La velocitat d'aquests depèn d'una sèrie de factors i estudis previst suggereixen que la velocitat de carrera recta i les qualitats neuromusculars de la cama podrien ser determinants en el rendiment. Durant un COD cal executar la força ràpidament per accelerar i desenvolupar una força excèntrica i concèntrica per desaccelerar i tornar a accelerar en la nova direcció (Gonzalo-Skok et al.,2020).

Els canvis de direcció inclouen accions com el pas lateral, els talls, girs o maniobres de planta.

El desplaçament lateral és una acció de canvi de direcció que es realitza en alta intensitat que té lloc en nombrosos esports com per exemple en el bàsquet. És una acció que s'utilitza per evadir els oponents, penetrar en les línies defensives i obtenir avantatge territorial (Dos'Santos et al., 2021).

Segons Madruga et al (2019) és important aïllar l'acció de canvi de direcció per destacar les asimetries existents d'aquesta habilitat motriu. Caldria considerar proves iso-inercials per tal d'informar, optimitzar el rendiment del COD i proposar programes d'entrenament per reduir les asimetries en els diferents col·lectius d'esportistes.

### 3.3 Les asimetries entre cames: Consideracions en el rendiment i en la reducció de la incidència lesiva

El bàsquet és un esport on hi ha una gran incidència lesiva . Existeixen diferents causes que poden ser intrínsecs (edat, sexe, composició corporal, capacitats físiques) o extrínsecs (equipament, condicions climàtiques) a l'esportista. En un altre tipus de classificacions destaquen els factors de risc neuromusculars entre cama dominant i cama no dominant. També s'afirma que els desequilibris musculars entre esportistes femenines són més pronunciats (Arboix-Alió et al., 2018).

La quantificació dels dèficits neuromusculars entre extremitats inferiors és útil a l'hora d'identificar subjectes que estan en risc de lesió, per establir quan un subjectes està preparat per jugar després de lesió i per optimitzar l'entrenament de força. (Fort-Vanmeerhaeghe et al., 2015).

Les asimetries es poden classificar segons si són anatòmiques o morfològiques, per exemple la diferència de massa magra entre l'esquerra i la dreta. Existeixen també asimetries de flexibilitat, seria la diferència del rang de moviment de flexió dorsal del turmell entre les dues extremitats. Les asimetries de força com ara el parell màxim iso-cinètic o salt de contramoviment CMJ, diferència de la força propulsora entre les extremitats , les asimetries d'habilitats o resultats per exemple la diferència en el temps de canvi de direcció o alçada CMJ entre les extremitats esquerra i dreta. A causa de la lateralitat els humans utilitzen preferentment un costat del cos quan es realitza un acció motor (Dos'Santos et al., 2020).

En investigacions anteriors s'ha posat de manifest que tant les poblacions d'esportistes com de no esportistes presenten asimetries majors del 15 % s'ha associat amb una major incidència de lesions en comparació amb els grups que puntuen per sota d'aquest llindar. (Fort-Vanmeerhaeghe et al 2015).

Atletes que han patit una ruptura del ACL han estat mostra d'estudi i s'ha pogut observar en els tests on s'han pogut obtenir resultats vàlids d'asimetria en la cama lesionada i la no lesionada. Asimetries per sota del 10% són les que es posen com a objectiu amb un atleta que està tornant d'una lesió per competir amb garanties de no caure en una recidiva. El fet de reduir l' asimetria és una referència per saber que s'està fent bé la recuperació i que l'atleta pugui recuperar la confiança de nou.

No obstant, el rol que juguen les asimetries entre extremitats i els seus efectes sobre el rendiment físic o esportiu és menys conegut. Estudis anteriors han identificat la presència de diferències entre extremitats en diferents esports entre ells el bàsquet. Estudis previs han demostrat que asimetries al voltant del 10% donen lloc a reduccions a l'alçada del salt i que el temps de canvi de direcció és més lent. Malgrat aquest fet altres estudis han demostrat el contrari que l'asimetria clara s'esperaria en accions esportives on el domini preferit de les extremitats és evident encara que hi ha dades limitades. Per tant, no totes les diferències laterals observades poden ser rellevants per al resultat del rendiment (Bishop et al., 2017).

Hi ha diferents maneres de mesurar les asimetries; hi ha estudis que utilitzen dinamòmetres isocinètics però no tots els investigadors en disposen. Una bona alternativa és realitzar un salt vertical unilateral. Aquest test és fàcil de fer, més econòmic, i a més implica el cicle d'estirament-

escurçament directament associat a la potència ,un determinant de l'èxit en esports on predominen accions unilaterals. (Fort-Vanmeerhaeghe et al 2016). És interessant quan es prenen mesures per avaluar els diferents eixos dels subjectes . Segons Fort- Vanmeerhaeghe et al (2015) en la seva investigació diferències entre 10-15% entre extremitats en proves de força iso-cinètica i salt vertical són un llinar de risc on el subjecte està exposat a patir una lesió.

El desequilibri entre extremitats és freqüentment més elevada en esportistes femenines que en homes, ja que hi té a veure la relació amb la força, la coordinació i el control postural. Hi ha molts estudis que indiquen que hi ha un major número de lesions en les articulacions del turmell i del genoll en dones. Les dones mostren una major incidència lesiva en el lligament creuat anterior i esquinços de turmell. Aquest fet s'ha relacionat amb factors neuromusculars inclosos els físics i la capacitat de la predominança d'una extremitat per sobre l'altra. (Fort-Vanmeerhaeghe et al.,2016).

### 3.4 Proves d'avaluació d'asimetries i canvis de direcció

Per tal de poder avaluar els ítems que són objecte de treball a continuació s'esmenten els més representatius trobats a la bibliografia.

#### -180 COD Test

Es tracta de recórrer 5 metres d'anada i 5 metres de tornada realitzant un gir de 180º i tornant a passar per la marca d'inici. El punt de suport sobre el qual es fa el gir és el que determina si el COD s'ha realitzat amb la dreta o amb l'esquerra.

També cal fer un esprint lineal de 10 metres per calcular el COD dèficit.

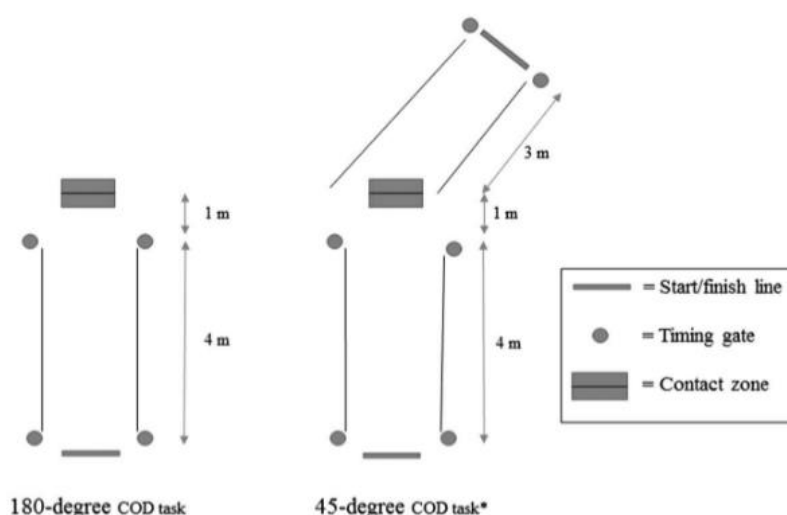


Figura 3: Representació gràfica 180 COD Test Font: *Journal of Strength and Conditioning*

### -Single Leg Counter Movement Jumps

És un salt en contramoviment realitzat a una sola cama. S'utilitza una plataforma de salts per tal de poder calcular el temps de vol. El subjectes es queda de peu sobre una cama, i fa una flexió - extensió elàstica per saltar el més alt possible. Cal fer l'aterratge amb els dos peus a la vegada amb les mans a la cintura i aguantar l'equilibri durant 3 segons.

### -10 meter linear sprint

Es tracta de córrer el més ràpid possible entre una distància de 10 metres. Aquesta prova es complementària amb el COD Test ja que ens serveix per calcular el dèficit i el temps que es perd en el moment de fer un canvi de direcció tot i recórrer la mateixa distància.

### -T-Test

Amb aquest test ens permet analitzar l'agilitat en el desplaçament, els canvis de direcció i la lateralitat dels participants. Es poden fer adaptacions de l'original.

Els subjectes arranquen endavant fins el con central, el toquen amb la mà es desplacen lateralment cap a la seva esquerra toquen el con amb la mà, van cap al con oposat desplaçant-se lateralment , tornen al con central i van d'esquenes al punt de partida passant per les portes per completar la prova.

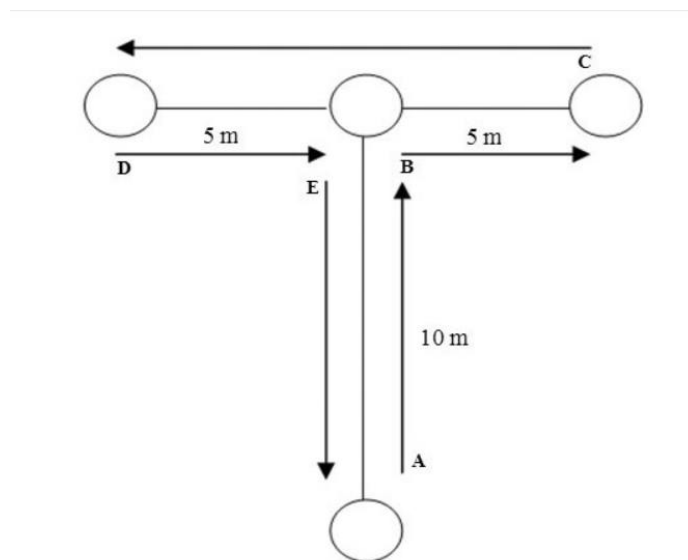


Figura 4: Representació gràfica T-Test Font: *Journal of Musculoskeletal Research*

### -Hexagon Agility test

La prova requereix que el jugador es mantingui mirant cap endavant, al mig d'un hexàgon de 60 cm de costat i amb angles de 120 °. Amb els peus junts i els malucs mirant cap endavant durant tota la seqüència de prova, els subjectes van saltar endavant i endarrere en el sentit de les agulles del rellotge, per cadascun dels sis costats de l'hexàgon. El rellotge s'atura quan el subjecte ha completat tres voltes senceres al hexàgon (Madruga et al.,2021).

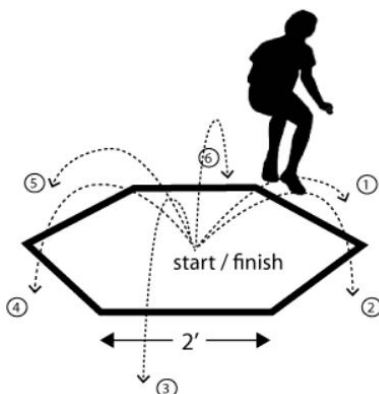


Figura 5: Representació gràfica Hexagon Agility Test *Font: Topendsport*

### -Star excursion balance test for the anterior reach (SEBT ANT)

L'objectiu d'aquest test és veure l'equilibri dinàmic, que es defineix com la capacitat de mantenir el centre de masses sobre un punt fix davant d'un repte, concretament el moviment d'altres extremitats i segments corporals o pertorbació imprevista de la superfície de suport. (Fort-Vanmeerhaeghe et al.,2020). El subjecte està sense calçat sobre un punt fix i aguantant l'equilibri a una sola cama i amb les mans a la cintura. Al terra hi ha unes línies en diferents direccions i es tracta d'anar a tocar el més lluny possible sense moure el punt de suport del terra i mantenint l'equilibri.

### -Cutting Movement Assessment Score (CMAS)

Es tracta d'un test validat inicialment el 2017. És una eina de cribatge qualitatiu de 9 ítems que avalua les postures de maluc, genoll, peu i tronc durant el tall lateral en relació amb els determinants tècnics dels KAM màxims i observacions visuals de lesions del LCA sense contacte. Es relaciona amb l'estratègia de frenada del penúltim contacte amb el peu (PFC) i les mesures finals dels moviments del tronc, maluc, genoll i peu durant el pas final de la planta. Es filmen els atletes durant una tasca de tall lateral (30-90°) utilitzant càmeres col·locades aproximadament a l'alçada del maluc en el pla sagital i en el pla frontal. La majoria dels ítems que s'han d'avaluar segueixen una escala dicotòmica, amb distància planta lateral de la cama i posicionament del tronc en el pla frontal/transvers que implica una classificació de descripció amb 3 i 4 descriptors possibles respectivament (Dos'Santos et al.,2021).

Els atletes reben una puntuació si mostren algun dels ítems dels criteris i les puntuacions més altes solen indicar una tècnica subòptima i uns KAM més grans.

Recommended Camera	Variable	Observation	Score
<b>Penultimate contact</b>			
Side/20-45°	1. Clear PFC braking strategy	Y/N	Y = 0/N = 1
<b>Final Contact</b>			
Front/20-45°	2. Lateral leg plant distance (at initial contact)	Wide, Moderate, Narrow	Wide = 2, Moderate = 1, Narrow = 0
Front/20-45°	3. Hip in an initial internally rotated position (at initial contact)	Y/N	Y = 1/N = 0
Front/20-45°	4. Initial knee 'valgus' position (at initial contact)	Y/N	Y = 1/N = 0
All 3	5. Foot not in neutral foot position (at initial contact)	Y/N	Y = 1/N = 0
Front/20-45°	6. Frontal/transverse plane trunk position relative to intended direction of travel (at initial contact and during WA)	L/TR, U, M	L/TR = 2, U = 1, M = 0
Side/20-45°	7. Trunk upright or leaning back throughout contact (at initial contact and during WA)	Y/N	Y = 1/N = 0
Side/20-45°	8. Limited knee flexion during final contact $\leq 30^\circ$ (during WA)	Y/N	Y = 1/N = 0
Front/20-45°	9. Excessive knee 'valgus' motion (during WA)	Y/N	Y = 1/N = 0
Low CMAS $\leq 3$		Moderate CMAS 4-6	High CMAS $\geq 7$
Score			/11

**Key:** PFC: Penultimate foot contact; WA: Weight acceptance; L: Lateral; TR: Trunk rotation; U: Upright; M: Medial; Y: Yes; N: No.

Figura 6: Relació de puntuació del test CMAS

En funció del tipus de test que volem realitzar variarem la disposició del recorregut dels atletes. A continuació s'adjunta una figura amb la representació del CMAS protocol per 45°, 70° i 90°. Els cons grocs indiquen el lloc on ha d'estar la càmera pel peu dret, el con blau indica on ha d'estar la càmera pel peu esquerre i el con gris tant per talls a la dreta i a l'esquerra.

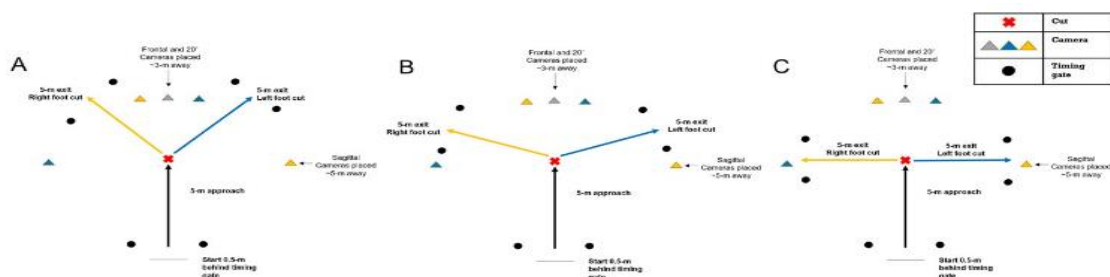


Figura 7: Representació gràfica CMAS

## 4. Metodologia/Model anàlisi

### 4.1 Objectius

L'objectiu principal de l'estudi és analitzar els efectes de l'entrenament neuromuscular de quatre setmanes sobre el rendiment dels canvis de direcció (45º i 180º) en jugadores de bàsquet en categories de formació.

Pel que fa als objectius secundaris o específics es destaquen els següents:

- Comparar l'efecte de la intervenció proposada segons grups d'edat.
- Descriure la magnitud (%ASI) i la direcció (cap a la cama dreta o esquerra) de les asimetries pre i post intervenció.
- Estudiar com afecta un entrenament neuromuscular de quatre setmanes en les asimetries entre cames de les jugadores.

### 4.2 Hipòtesis

La hipòtesi que es pot fer a priori a partir de l'objectiu que s'ha definit com a principal és que en esports d'equip com el bàsquet que tenen gestos repetits a alta intensitat i de caràcter unilateral, existeixen asimetries que es poden relacionar directament amb dèficits en els COD i amb la dominància d'una extremitat per sobre una altra.

Pel que fa a les hipòtesis de cada objectiu secundari es diu el següent:

- Les jugadores més joves de la categoria pre-infantil són les que més hauran millorat amb la proposta d'intervenció ja que tenen menys experiència en l'entrenament i les evolucions són més ràpides.
- Existiran asimetries notables per sobre del 15% en alguns subjectes i s'apreciaran perfectament en la representació de la gràfica de l'Excel.
- Les evolucions seran diferents entre equips i subjectes. Si en el test inicial el percentatge d'asimetria és elevat, la millora serà més notable mentre que si el resultat inicial del subjecte s'apropa a un valor òptim la millora en quatre setmanes d'entrenament no serà significativa.

### 4.3 Disseny de l'estudi

Es tracta d'un estudi experimental amb intervenció (Figura 8). A l'inici es realitzaran uns tests a la mostra per detectar les asimetries i els temps que fan en els canvis de direcció amb les dues cames i a diferents graus.

Tot seguit s'aplica un programa d'entrenament de 4 setmanes on es realitzaran exercicis enfocats a millorar la força explosiva, el desplaçament i el treball unilateral.

Un cop passat aquest temps es tornaran a repetir els mateixos tests del principi per veure quines millores s'han produït en els subjectes participants en l'estudi.

Les variables independents es tracten d'aquelles que no variaran i que no podem modificar de manera intencionada un cop s'ha iniciat l'estudi. En aquest cas podem incloure l'edat dels subjectes, el pes i la talla.

Pel que fa a les variables dependents, estem parlant d'aquelles qualitats o característiques dels quals els seu comportament es veu afectat per la variable independent. Es tracta de totes les variables que es mesuren amb la finalitat de poder interpretar els resultats. En el cas d'aquest estudi són les variables que s'observen per valorar els canvis com el COD 45 dreta, el COD 45 esquerra, el COD 180 dreta, el COD 180 esquerra, el salt CMJ dreta i el salt CMJ esquerra.

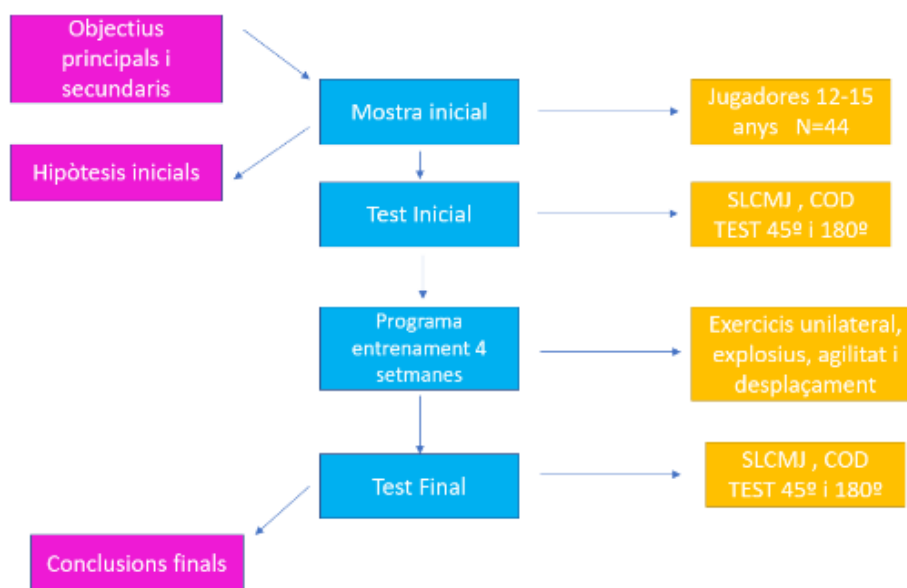


Figura 8: Esquema del disseny de l'estudi



#### 4.4 Mostra

Les atletes que participen en aquest estudi són jugadores del CB Grup Barna entre 12 i 15 anys d'edat. Pertanyen a 4 equips diferents que són el pre-infantil, l'infantil preferent, el cadet categoria especial de 1r any i el cadet interterritorial. Estan una dinàmica d'entrenament de 3 dies per setmana de pista, 2 dies per setmana de preparació física i un partit cada cap de setmana. També cal afegir que per circumstàncies de lesions i de necessitats de determinats equips hi ha jugadores que estan en rotació i entrenen amb el seu equip i amb l'equip superior. Això fa que la càrrega d'aquestes jugadores es vegi lleugerament alterada.

Per tal de poder formar part de la mostra, les jugadores han d'assistir amb regularitat a les sessions de preparació física pautades i no estar lesionades el dia que es realitzen els tests.

A continuació s'adjunta una taula amb dades representatives de la mostra.

	<b>N (jugadores)</b>	<b>Edat (anys)</b>	<b>Alçada (metres ,promig± desviació estàndard)</b>	<b>Pes (kg)</b>
<b>Pre-infantil</b>	12	12	1,59±6,79	46±8,84
<b>Infantil</b>	9	13	1,63±3,5	52,8±6,68
<b>Cadet 1r any</b>	9	14	1,66±6,88	57,9±7,97
<b>Cadet 2n any</b>	7	15	1,68±5,41	65,2±8,83

Taula 1: Descripció de la mostra de subjectes

Pel que fa als aspectes ètics en termes dels seus principis en tingut en consideració en tot moment a la beneficiència. L'estudi que s'ha dut a terme ha tingut en consideració que tant les jugadores com la investigadora en surtin beneficiats ja sigui per obtenir coneixement o per millorar les seves prestacions com a jugadores. Si parlem de regles ètiques es té present en tot moment la confidencialitat, la veracitat i la fidelitat ja que en cap moment es desvela la identitat dels seus participants.

A més a més, les famílies de cada subjecte han firmat un consentiment informat on es detalla per a què són les dades que està adjunt als annexes.

#### 4.5 Valoració/ Testing

En aquest apartat s'entra a explicar quin és el procediment que s'ha fet servir per tal d'obtenir les dades per fer l'estudi i quines són les variables que s'han observat en el transcurs d'aquest.

Pel que fa a les variables independent que són aquelles que no poden es poden alterar, s'ha considerat l'edat biològica del subjecte, el pes i la talla. De les variables independents les que són transcendents són el COD 45º i 180º i el salt CMJ unilateral.

Per tal de mesurar els canvis de direcció, hem realitzat un agility test 5-0-5 en línia recta o angulat en funció del resultat que volíem obtenir.

Abans de procedir a realitzar les proves s'ha realitzat la rutina d'activació habitual que inclou: exercicis de mobilitat i estiraments de caràcter actiu i un lleuger component de pliometria. Addicionalment abans de realitzar el CMJ per primera vegada s'ha fet una explicació del protocol i una pràctica per poder fer correccions.

- **COD 180º**. S'ha realitzat un test amb les fotocèl·lules de ChronoJump. El subjecte començava darrere el punt de partida i en el moment que cregués oportú arrancava passant la porta de les cèl·lules, trepitjava la marca que hi havia a 5 metres de distància i tornava a creuar la porta. La marca al terra es trepitjava amb la dreta i amb l'esquerra en funció del costat que s'estava mirant. Els subjectes feien 2 intents per costat amb una pausa de 30 segons entre repetició i 90 segons entre tests de COD.

-**COD 45º**. La dinàmica és la mateixa que l'anterior amb la diferència que hi ha dues portes de fotocèl·lules ja que el punt de partida i de final no era el mateix. El subjecte passa per la primera porta, trepitja la cinta del terra col·locada a 5 metres de distància i fa el gir en la direcció de 45º per recórrer 5 metres més. Els subjectes feien 2 intents amb una pausa de 30 segons entre repetició.

-**CMJ** . Per mesurar aquesta variable es fa un salt amb contramoviment i es mesura amb la plataforma de salts de ChronoJump. Cada subjecte ha fet dos repeticions amb les instruccions de posar les mans a la cintura , flexionar els genolls i pujar el més ràpid possible per aconseguir la màxima alçada, no arronsar les cames i caure dins la plataforma de contacte.

-**CMJ unilateral**. Per mesurar aquesta variable s'ha fet un salt amb contramoviment i es mesura igual amb la plataforma de salts de ChronoJump .El salt es fa només amb una extremitat . Les directrius eren exactament les mateixes que el salt CMJ amb la consigna de controlar el valgo dinàmic tant en la flexió com en l'aterratge del salt.

#### 4.5.1 Instruments de mesura

##### **Plataforma de salts**

Cada subjecte ha realitzat dues repeticions i en cas que el procediment no era el correcte s'ha considerat nul i s'ha repetit l'intent. Per fer un posterior anàlisi s'ha agafat la mitja de cada subjecte.

Pel que fa als instruments de mesura claus tenim la plataforma de salts que consisteix en un kit de salts que inclou una plataforma de contacte , cable USB , cable RCA i el chronopic per salts i curses que va enllaçat amb l'aplicació de ChronoJump al PC per tal d'analitzar i saber que passa en cada salt i guardar els resultats obtinguts. Els instruments electrònics disponibles per mesurar aquests salts són caixes negres que no permeten la modificació per part de terceres persones. Les plataformes s'han validat determinant la seva sensibilitat en diferents punts mitjançant una cèl·lula de càrrega i per comparació amb la plataforma de contactes del sistema Ergo Jump-Bosco System. (De Blas et al.,2012)

Pagaduan i De Blas (2013) després de realitzar un dels seus estudis amb joves esportistes realitzant el CMJ té una fiabilitat per sobre del 95%.



Figura 9: Plataforma de contacte ChronoJump

### ***Fotocèl·lules ChronoJump***

Fotocèl·lules ChronoJump. Consisteix en un kit de cursa format per 2 barreres fotoelèctriques, 4 trípodes, el suport dels trípodes, 2 fotocèl·lules, suport del trípode, 2 reflectors, cable USB, multi test Chronopic, cable RCA i adaptador RCA . Ens facilita registrar amb major exactitud el temps exacte d'una determinada prova. Les cèl·lules són dispositius de contacte que s'activen quan la persona es troba trepitjant o interrompent aquesta línia de contacte. Ens permet analitzar una carrera simple o una carrera per trams.



Figura 10: Fotocèl·lules ChronoJump

## 4.6 Intervenció

Per poder efectuar l'estudi s'ha preparat una proposta d'intervenció a realitzar durant les 8 sessions, repartides en dos cops per setmana durant un mes. S'ha pres com a punt de partida la proposta de Isla et al.(2021) per tal d'aprofitar de fer una bona activació per les sessions de físic com la sessió de pista posterior.

Escalaftament neuromuscular	
Part 1 ( 3 min)	
Carrera baixa intensitat/ Joc d'activació	
Part 2 (6 min)	
X2	2xSquat + Escala dos peus dins + 2x Pes mort
	2xLunge frontal+ 2 peus dins dos fora+Planxa dinàmica *4
	2*Lateral Lunge+ Ickey Shuffle+ Salto i aguanto landing *4
	Dos peus fora dos peus dins amb squat+ Salts a 1 cama *4
	Salts diagonal escala+ sortides reactives *2
Part 3 (6 min)	
X2	20 metres salts tècnica de carrera
	20 metres sprint amb 2 COD 45º
	6 CMJ + 10 m sprint línia recta
	5 metres lateral shuffle+ 10 m sprint

Taula 2: Rutina escalaftament neuromuscular

Noyes et al.(2012) van aplicar un programa d'entrenament per millorar la força i el rendiment en joves atletes de bàsquet i s'ha agafat una referència per aplicar-lo als subjectes de l'estudi.

		Salts i agilitat	Acceleracions , coordinació , reacció, dot jumps drills
		Sessió 1	Sessió 2
Setmana 1		Wall Jump * 10 *3	Escala de coordinació
		Tuck Jump * 10*3	5 Sprints 10 m + 6 Sprints tornada endarrere*2
		Side to side * 10 *3 / Forward - Backwards * 10 *3	Dot- drill single leg *3
		Salts reactius al lloc * 20 *3	Partner push-off *10*3
		Shuttle run 60 m * 2 cops	
Setmana 2		Wall Jump * 10 *3	Escala de coordinació
		Tuck Jump * 10*3	5 sprints 10 m+ tornada endarrere despl. Defensius *2
		Side to side * 10 *3 / Forward - Backwards * 10 *3	Dot-drill double leg *10*3
		Salts reactius al lloc * 20 *3	Suicides *6*3
		Hurdles Maze Drill *3 Bleacher jumps *10*3	
Setmana 3		Wall Jump*10*3	Escala de coordinació
		Squat Jump *10*3	Quarter Eagles + Scissor feet in line *20*3
		Triple broad vertical *3*3	Dot-drill split squat + 180º jumps *3
		Wall drill figure 4 *8*3	Acceleracions goma frontal *5*2
		T-Test	Suicides *4*4
Setmana 4		Squat Jump*10*3	Escala de coordinació
		Triple broad jump*3*3	Sprint 360 entre cons
		Triple hop jump*3*3	Dot-drill tots els salts *2
		Jump bounding 20 m *3	Acceleracions goma lateral *4*4
		Illinois Agility Test	Suicides *3*4

Taula 3: Proposta entrenament neuromuscular.

## 4.7 Anàlisi de dades

Per tal de fer l'anàlisi de les dades obtingudes en els tests realitzats, s'ha utilitzat el programa estadístic Jamovi i un full d'Excel amb fórmules.

Per una banda, s'ha fet un anàlisi dels resultats dels test pre i post intervenció de cada equip per separat. Mitjançant l'estadística descriptiva hi ha reflectida la mitjana i la desviació estàndard en cada cas. Emprant l'estadística inferencial s'ha tret la dada de la *T-student* amb l'opció "*paired-sample*" ja que estem parlant de la mateixa mostra abans i després de la proposta d'intervenció per saber la significació dels valors obtinguts.

Per altra banda, s'ha fet un recull de resultats per comparar els equips abans i després del test d'intervenció obtenint la mitjana i la desviació estàndard . Per trobar la significació s'ha fet el test Anova d'un sol factor.

## 5. Resultats

### Resultats dels test per equips pre i post intervenció

En aquesta taula (Taula 4) hi ha la comparativa de cada equip amb el resultat de cada prova abans i després de la intervenció. En la gran majoria dels casos el rendiment ha estat millor en la segona presa de dades. Tanmateix, es pot observar que hi ha molts tests que no han estat significatius en la dada estadística del T-student tot i que la tendència és que el segon resultat sigui millor que el primer. En l'equip de les pre-infantils és on hi ha hagut la millora més pronunciada i en quatre dels tests (CMJ, CMJ dreta i esquerra i COD 45 dreta) la millora ha estat significativa. Contràriament, en el grup de les cadets de 2n any no hi ha hagut cap prova on el resultat hagi estat significatiu.

Tests	Pre-infantil			Infantil			Cadet 1r any			Cadet 2n any		
	Pre	Post	T-student(p)	Pre	Post	T-student (p)	Pre	Post	T-student(p)	Pre	Post	T-student (p)
CMJ	17,5±2,22	21,32±4,05	<b>0,002</b>	15,2±3,15	18,1±3,58	<b>0,005</b>	17±3,51	21,32±4,05	0,346	19,1±2,68	20,1±3,20	0,097
CMJ Dreta	8,47±2,19	10,73±2,54	<b>0,001</b>	9,24±2,10	11,1±1,30	<b>0,027</b>	7,37±2,09	10,9±2,29	<b>0,001</b>	11,1±1,27	10,9±2,38	0,703
CMJ Esquerra	13±2,06	11,51±2,61	<b>0,036</b>	7,73±1,84	10,6±2,50	<b>0,009</b>	9±1,93	12±2,68	<b>0,005</b>	9,42±2,11	10,8±1,89	0,168
COD 45 Dreta	3,41±0,19	3,26±0,20	<b>0,017</b>	3,25±0,14	3,20±0,09	0,519	3,23±0,22	3,10±0,15	0,106	3,39±0,07	3,27±0,2	0,166
COD 45 Esquerra	3,37±0,14	3,32±0,16	0,269	3,24±0,11	3,11±0,10	0,06	3,25±0,22	3,08±0,15	0,017	3,18±0,14	3,27±0,14	0,095
COD 180 Dreta	3,30±0,15	3,26±0,18	0,292	3,25±0,23	3,20±0,12	0,632	3,19±0,21	3,18±0,09	0,859	3,18±0,1	3,31±0,14	0,073
COD 180 Esquerra	3,33±0,12	3,28±0,14	0,213	3,24±0,11	3,29±0,12	0,42	3,27±0,25	3,23±0,10	0,535	3,59±0,05	3,46±0,14	0,057

Taula 4: Comparativa entre els equips dels resultats dels tests pre i post intervenció.

% ASIMETRIA									
	COD 180 PRE	COD 180 POST	T-student (p)	COD 45 PRE	COD 45 POST	T-student(p)	CMJ PRE	CMJ POST	T-student(p)
Pre-infantil	1,95±2,05	3,29±4,14	0,352	3,93±2,71	3,33±2,04	0,377	14,6±8,32	9,79±7,46	0,178
Infantil	5,43±2,42	2,85±2,68	0,145	6,57±4,04	3,42±1,78	<b>0,032</b>	21,9±13,2	12±14,2	<b>0,032</b>
Cadet 1r any	3,99±3,44	2,21±1,41	0,15	2,31±2,16	3,50±2,48	0,406	19±13	11,2±6,02	0,245
Cadet 2n any	4,41±4,09	4,37±1,52	0,972	3,89±2,99	3,78±2,03	0,908	21,1±17,3	7,22±3,93	0,061

Taula 5: % asimetria dels diferents tests pre i post intervenció.

En la taula 5 es pot observar el % d'asimetria de cada test abans i després de la intervenció. En el cas del CMJ que és la prova on es poden observar les asimetries més grans en la segona presa de dades, la mitja del grup és menor, tot i que hi ha subjectes amb valors molt allunyats tal com indica la desviació estàndard. Només en l'equip infantil s'observa en el test COD 45 i CMJ la diferència és significativa.

### **Resultats per comparar equips pre i post intervenció**

A continuació hi ha dues taules (Taula 6 i 7) on es pot observar la comparativa entre els equips en el punt inicial i el punt final de l'estudi. La prova d'Anova d'un factor realitzada indica que en el test inicial el test de CMJ dreta i esquerra, el COD 45 dreta i el COD 180 esquerra són valors significatius ja que hi ha diferència entre els equips.

En la taula 7 podem observar que els tests que són significatius són menys que en el moment inicial. Només en el COD 45 esquerra i en el COD 180 esquerra els valors són molt diferents entre els grups. En la resta de tests hi ha equips millor que altres però els valors són relativament semblants.

Adicionalment l'equip cadet de 2n any en les dos taules hi ha varis tests en els que obté els pitjors registres .

<b>Pre Intervenció</b>					
<b>Tests</b>	<b>Pre-Infantil(n)</b>	<b>Infantil(n)</b>	<b>Cadet 1r any(n)</b>	<b>Cadet 2n any(n)</b>	<b>Anova(p)</b>
<b>CMJ</b>	17,5±2,22	15,2±3,15	17±3,51	19,1±2,68	0,121
<b>CMJ Dreta</b>	8,47±2,19	9,24±2,10	7,37±2,09	11,1±1,27	<b>0,002</b>
<b>CMJ Esquerra</b>	13±2,06	7,73±1,84	9±1,93	9,42±2,11	<b>0,001</b>
<b>COD 45 Dreta</b>	3,41±0,19	3,25±0,14	3,23±0,22	3,39±0,07	<b>0,046</b>
<b>COD 45 Esquerra</b>	3,37±0,14	3,24±0,11	3,25±0,22	3,18±0,14	0,064
<b>COD 180 Dreta</b>	3,30±0,15	3,25±0,23	3,19±0,21	3,18±0,1	0,237
<b>COD 180 Esquerra</b>	3,33±0,12	3,24±0,11	3,27±0,25	3,59±0,05	<b>0,001</b>

Taula 6: Comparativa resultat per equips en el moment inicial estudi.

<b>Post-Intervenció</b>					
<b>Tests</b>	<b>Pre-Infantil(n)</b>	<b>Infantil(n)</b>	<b>Cadet 1r any(n)</b>	<b>Cadet 2n any(n)</b>	<b>Anova(p)</b>
<b>CMJ</b>	21,32±4,05	18,1±3,58	21,32±4,05	20,1±3,20	0,283
<b>CMJ Dreta</b>	10,73±2,54	11,1±1,30	10,9±2,29	10,9±2,38	0,965
<b>CMJ Esquerra</b>	11,51±2,61	10,6±2,50	12±2,68	10,8±1,89	0,645
<b>COD 45 Dreta</b>	3,26±0,20	3,20±0,09	3,10±0,15	3,27±0,2	0,167
<b>COD 45 Esquerra</b>	3,32±0,16	3,11±0,10	3,08±0,15	3,27±0,14	<b>0,005</b>
<b>COD 180 Dreta</b>	3,26±0,18	3,20±0,12	3,18±0,09	3,31±0,14	0,227
<b>COD 180 Esquerra</b>	3,28±0,14	3,29±0,12	3,23±0,10	3,46±0,14	<b>0,023</b>

Taula 7: Comparativa resultats per equips en el moment final de l'estudi.

### Direccions de les asimetries

En les següents gràfiques es mostra la direcció de l'asimetria. Si la barra va cap a la part negativa de la barra, significa que l'asimetria va en detriment de la extremitat inferior esquerra i que la cama dominant és la dreta. Si la barra va cap al sentit positiu dels eixos, significa que la cama dominant és l'esquerra. Els valors que s'esperen son asimetries entre el 0 i el 15% en qualsevol dels dos sentits.

En el cas de les pre-infantils hi ha dos subjectes que tenen una asimetria important en el test del CMJ que és on apareixen les asimetries majors.

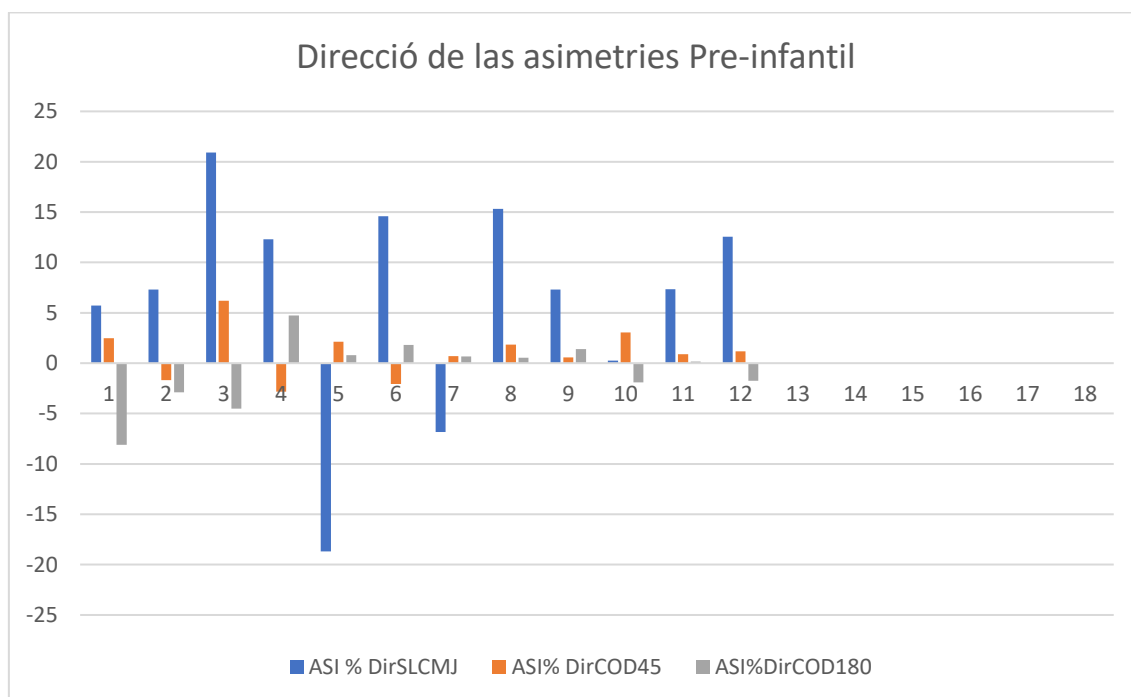


Figura 11. Direccions asimetries equip pre-infantil



Els valors de les infantils entren dins dels estàndards menys un subjecte que té una asimetria molt pronunciada amb la dreta com a extremitat dominant.

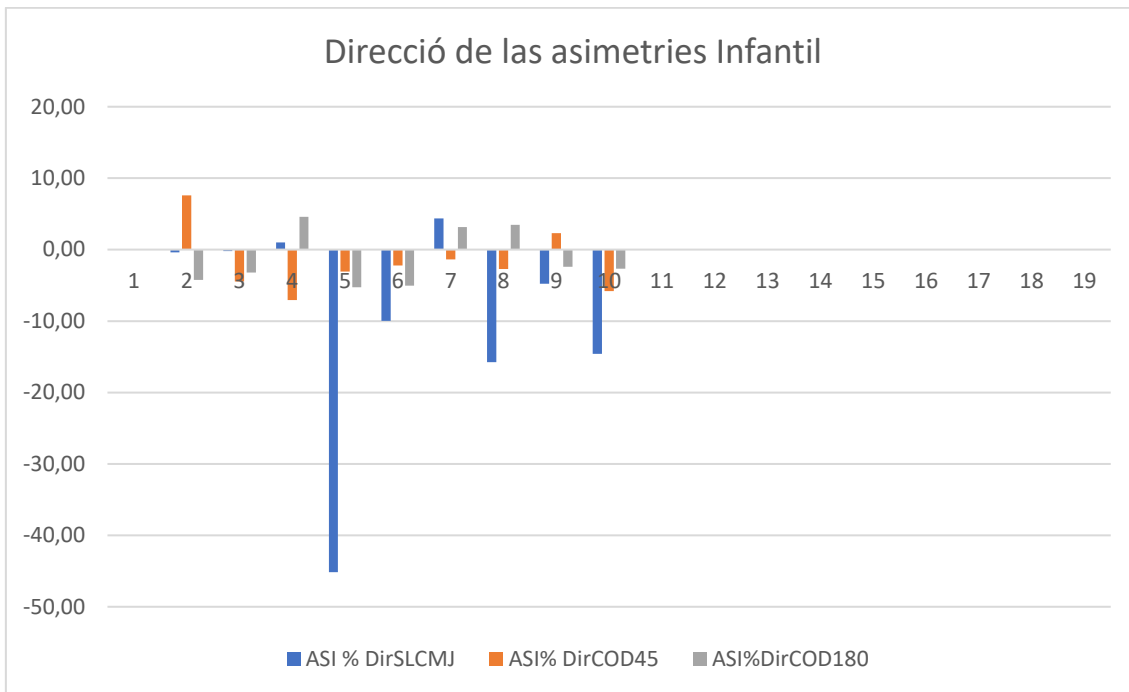


Figura 12: Direccions asimetries equip infantil

En el cas de les cadets de 1r any es detecten un número d'asimetries elevades al voltant del valor del 15% indicant que la extremitat dominant és l'esquerra.

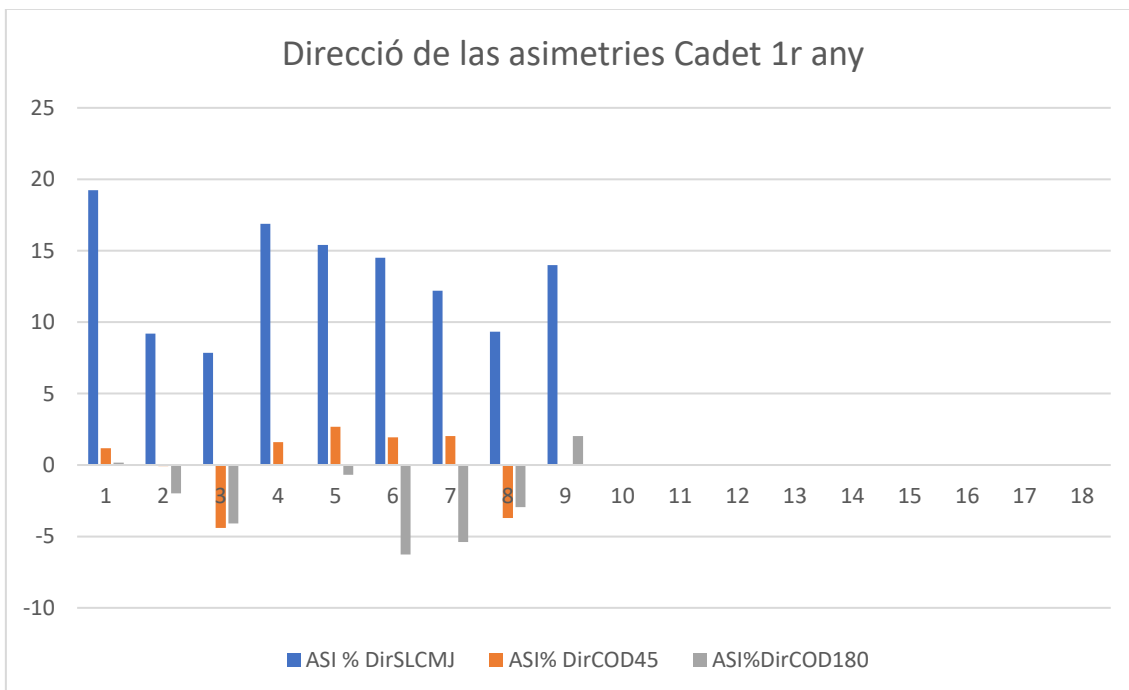


Figura 13: Direccions asimetries equip cadet 1r any.

En l'equip dels subjectes de major edat poden observar dos subjectes amb una asimetria pronunciada cap a l'extremitat dreta. La resta de valors són òptims.

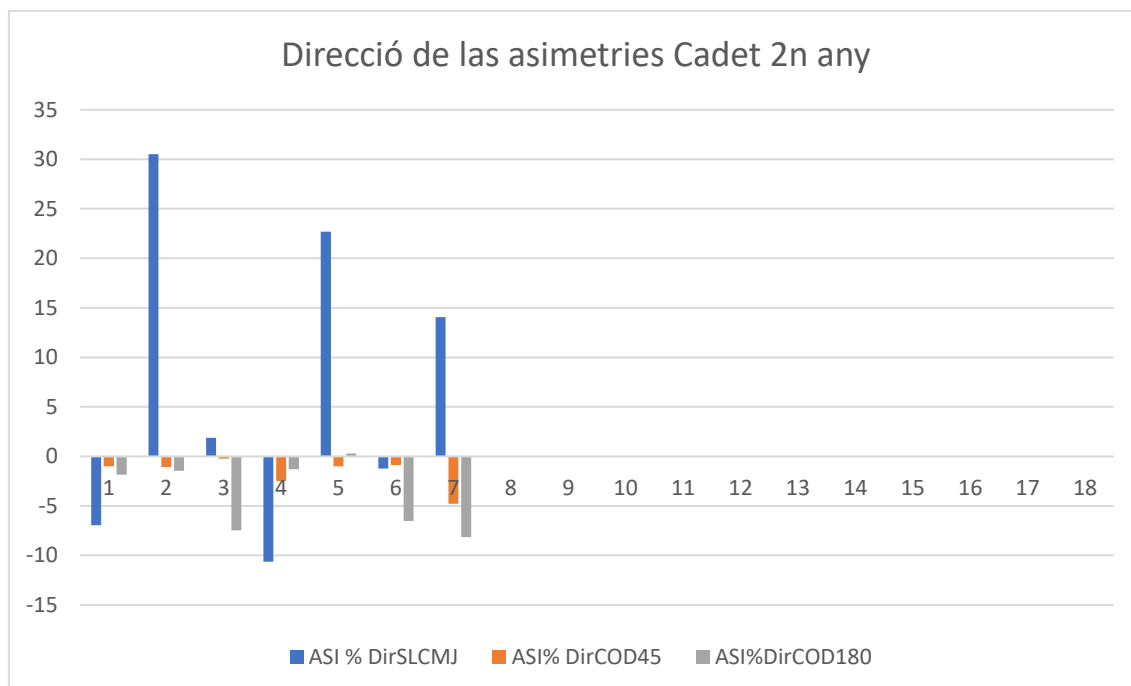


Figura 14: Direccions asimetries equip cadet 2n any.

## 6. Discussió

En aquest apartat s'expliquen els resultats obtinguts de les diferents variables relacionats amb els objectius principals i secundaris de l'estudi.

La tendència general és que hi ha hagut una millora en la majoria dels subjectes tot i que pocs resultats són significatius si s'agafa la referència  $P < 0,05$ .

### **Discussió resultat test per equips pre i post intervenció**

L'objectiu principal d'aquest estudi ha estat analitzar l'efecte de l'entrenament neuromuscular de quatre setmanes en els canvis de direcció de 45° i 180°. La tendència ha estat que el rendiment en la post-intervenció ha incrementat però només en pocs casos aquesta millora ha estat significativa. En el cas de les pre-infantils hi ha hagut millora significativa en el CMJ, CMJ dreta i esquerra i COD 45 dreta. En l'equip infantil en el CMJ i en el CMJ dreta i esquerra, i en l'equip cadet de 1r any en els tests de CMJ dreta i esquerra.

El fet que les pre-infantils siguin l'equip que ha mostrat una millor evolució pot ser degut que és el grup més jove amb menys experiència en la preparació física però a l'hora el grup que millor treballava i feia els exercicis a consciència.

Els investigadors han demostrat que els atletes mostren temps de finalització de la velocitat COD significativament més ràpids d'una extremitat concreta cap a una direcció específica. Aquesta asimetria en el temps de finalització o dèficit de COD i biaix cap a una extremitat o direcció es coneix com a dominància direccional. No es sorprenent per tant, que a degut a la lateralitat, els

humans utilitzin preferentment un costat del cos quan realitzen una tasca motriu diferenciant el costat dominant del no tan hàbil. No obstant, cal tenir en compte, que altres estudis que han mostrat un domini direccional no proporcionen una mesura aïllada de la capacitat de COD ja que està esbiaixada per l'acceleració i la velocitat lineal de l'atleta (Dos'Santos et al.,2018).

### ***Discussió resultat comparació entre grups d'edat***

Pel que fa a la comparació entre grups en la pre-intervenció hi ha diferències significatives en els tets CMJ dreta i esquerra, COD 45 dreta i COD 180 esquerra. En la post-intervenció només hi ha diferències significatives en el COD 45 esquerra i el COD 180 esquerra.

L'equip de cadet de 2n any ha obtingut els pitjors registres tal i com suposava en la hipòtesis inicial. Aquest fet es pot explicar ja que el marge de millora d'aquest equip és reduït en comparació a la resta, i a més a més, les variables independents d'aquest grup com la composició corporal tampoc són favorables a que l'evolució sigui pronunciada. Si ens fixem en els COD de la post-intervenció, l'equip de cadet de 1r any ha obtingut els millors resultats. És un equip amb poca pre-disposició al treball però per contra hi havia jugadores amb bones condicions que els motiven els reptes i el dia del segon test volien aconseguir el millor registre possible.

Els resultats d'altres estudi indiquen que les demandes biomecàniques dels COD depenen de l'angle i la velocitat i són tots dos factors crítics que afecten a l'execució tècnica dels canvis direccionals, els requisits de desacceleració i acceleració, la càrrega de l'articulació del genoll i l'activitat muscular de les extremitats inferiors. Les COD més ràpides i nítides augmenten el risc relatiu de lesió a causa de la major càrrega associativa de l'articulació del genoll(Dos'Santos et al.,2018)

Així doncs, el fet de no tenir experiència prèvia i per tant tenir assolit un correcte patró de moviment ha fet que les millores no hagin pogut ser majors.

### ***Discussió resultat asimetries***

Si ens fixem amb la magnitud de les asimetries només han existit millores significatives en el percentatge d'asimetries pre i post intervenció en el COD 45 i CMJ del equip infantil.

En les gràfiques de la direcció de les asimetries es pot observar com en tots els grups hi ha algun subjecte amb alguna descompensació cap a un dels dos costats bastant pronunciat En l'equip pre-infantil hi ha dues jugadores per sobre del 15% en el CMJ, en l'infantil hi ha una jugadora, en el cadet de 1r any tres i en el cadet de 2n any dues. Segons Fort- Fort-Vanmeerhaeghe et al (2016) un subjecte amb un percentatge d'asimetria superior a un 15% té un risc potencial major de patir una lesió. Per tant, amb percentatges tant desorbitats cal anar en compte.

### ***Limitacions de l'estudi***

En la realització d'aquest treball s'han hagut d'anar saltant diferents obstacles alguns intrínsecs i d'altres proposats per l'entorn. La investigadora principal volia resoldre moltes incògnites i abastar molts conceptes però per presentar un treball amb conclusions reals s'havia de disminuir l'abast de l'hipòtesis; no es podia fer tat i tan acuradament ja que requereix el seu temps per la recerca, per processar la informació i per executar els tests que corresponen.

La idea d'estudi estava pensada per tal que es pogués executar amb els equips amb els equips del club C.B Grup Barna. El temps ha estat un factor que ha limitat en el moment de realitzar un programa d'intervenció reduït encaixat en quatre setmanes i vuit sessions.

Els dies de test van ser bastant estressants ja que una persona sola s'havia d'organitzar per gestionar el grup de jugadores i que poguessin realitzar un altre tipus de tasques. Preferiblement hagués estat millor realitzar tres repeticions de les proves enlloc de dos, però era inviable ja que quan arribava l'hora de finalitzar el físic, els entrenadors volien les jugadores a punt per començar la sessió de pista.

Cal afegir que els resultats estan extrets de les mitjanes de tot el grup i es qualifica que un grup obté un major o un menor rendiment. Caldria remarcar que dins de cada grup hi ha subjectes amb resultats molt òptims i que per tal d'afinar una mica més s'hauria de fer una proposta d'intervenció més individualitzada perquè cada individu pugui millorar dins les seves possibilitats.

En el moment de la presa de dades va haver-hi un problema amb els instruments de mesura. La plataforma de salts el primer dia de repent va deixar de funcionar i amb un equip es va haver de seguir-ho fent el següent dia que misteriosament tornava a funcionar de nou. Amb les fotocèl·lules també van existir alguns incidents, tal com un dels professors de la universitat va advertir en el seu moment. Per tal de no fer repetir a les jugadores els tests es van prendre els resultats paral·lelament amb un cronòmetre ja que en algunes passades s'agafava el temps de sortida però no el d'arribada i viceversa.

Per futurs estudis seria preferible tenir una mica més de temps amb els subjectes per no haver d'anar a corre-cuita, malgrat tot es comprensible que tot forma part del procés d'aprenentatge.

### ***Línies de futur***

Aquest mateix estudi es podria repetir amb un grup de jugadors de la mateixa edat, o jugadors i jugadores d'un cert nivell que tinguin més experiència en l'entrenament. Llegint diferents estudis d'investigadors, alguns han ressaltat la importància del patró del moviment i la implicació del CORE en el moment del canvi de direcció. Semblaria interessant realitzar una test pre i post intervenció mesurant la inclinació en graus del tronc i el paper que juga el CORE, i realitzar una proposta d'entrenament enfocada en la millora de la posició corporal i de l'activació del tronc per tal d'aconseguir un gir més eficient. Caldria realitzar la prova amb girs de diferents angles més i menys exigents.

A més a més en els resultats obtinguts en aquest mateix estudi es podia deduir en les gràfiques que com més edat tenien les jugadores més subjectes en un mateix equip hi havia amb percentatges majors al 15%. Es podria realitzar un estudi per comprovar si aquesta és la tendència i treballar amb aquest grup de jugadores en concret per disminuir els factors de risc.

## 7. Conclusions

L'entrenament neuromuscular aplicat en l'estudi que s'ha descrit en aquesta recerca només ha estat eficient mostrant resultats significatiu, en un 32,14% dels casos. Cal afegir que la tendència en els casos que no ha estat significativa ha tingut un millor rendiment respecte el resultat de la pre-intervenció.

En les asimetries només s'ha presentat millores significatives pre i post intervenció en el 16'6% dels casos.

Un dels motius principals per explicar els resultats es degut a la falta de temps i a la curta durada del programa d'intervenció ja que es preveu que una aplicació més elongada en el temps pugi el percentatge de resultats significatius de manera notable. El fet que per alguns subjectes sigui la primera vegada que realitzin sessions de preparació física o que mai hagin treballat alguns patrons de moviment en concret també és rellevant.

## 8. Bibliografia

- Abdelkrim, N., El Fazaa, S., El Ati, E. (2007). Time motion analysis and physiological data of elite under-19-year-old basketball players during competition. *Sports Medicine*; 41(2):69-75; doi10.1136/bjism.2006.032318.
- Arboix-Alió, J.; Aguilera-Castells, J.; Rey-Abella, F.; Buscà, B., y Fort-Vanmeerhaeghe, A. (2018). Asimetrías neuromusculares entre miembros inferiores en jugadores de hockey sobre patines. *RICYDE. Revista internacional de ciencias del deporte*. 54(14), 358-373. <https://doi.org/10.5232/ricyde2018.05406>
- Arboix-Alió, J.; Bishop, C.; Benet, A.; Buscà, B.; Aguilera-Castells, J.; Fort-Vanmeerhaeghe, A. (2021). Assessing the magnitude and direction of asymmetry in unilateral jump and change of direction speed tasks in youth female team-sport athletes. *Journal of human kinetics volume* .79,7-20. DOI: 10.2478/hukin-2021-0061
- Vaquera, A.; Rodríguez, J.; Villa, J.; García, J.; Ávila, M. (2002). Cualidades fisiológicas y biomecánicas de jugador joven de Liga EBA. *European Journal of Human Movement*. 9,43-63. ISSN 0214-0071
- Ávila, M. García, J. Rodríguez, J. Vaquera, A. Villa, J. (2002) Cualidades fisiológicas y biomecánicas del jugador joven de Liga EBA. *European Journal of Human Movement*, 9.43-63. ISSN 0214-0071
- Bishop, C.; Turner, A.; Read, P. (2017). Effects of inter-limb asymmetries on physical and sports performance: a systematic review. *Journal of Sports*. <https://doi.org/10.1080/02640414.2017.1361894>
- Costià, R. (2002). Baloncesto Metodología del rendimiento. Inde.
- De Blas, X.; Padullés, J.; López del Amo, J.; Guerra-Balic, M. (2012). Creation and validation of Chronojump-Boscosystem: A free tool to measure vertical jumps. *Revista Internacional de ciencias del deporte*. 8 (30). DOI 10.5232/ricyde
- Dos'Santos, T.; Thomas, C.; Comfort, P.; Jones, P. (2018). The effect of angle and velocity on change of direction biomechanics: an angle-velocity trade-off. *Sports Medicine* ,48(1):1-19. DOI:10.1007/s40279-018-0968-3
- Dos'Santos, T.; Thomas, C.; Jones, P. (2020). Assessing Interlimb Asymmetries: Are we heading in the right direction. *Strength and Conditioning Journal Publish Ahead of Print* (3). DOI: 10.1519/SSC.0000000000000590
- Dos'Santos, T.; Thomas, C.; McBurnie, A.; Donelon, T.; Herrington, L.; Jones, P.A. (2021). The Cutting Movement Assessment Score (CMAS) Qualitative Screening Tool: Application to Mitigate Anterior Cruciate Ligament Injury Risk during Cutting. *Biomechanics*, 1, 83-10. <https://doi.org/10.3390/biomechanics1010007>

- Dos'Santos,T.;Thomas,C.;Comfort,P,;;Jones,P.(2018) Comparison of change of direction speed performance and asymmetries between team-sport athletes:application of change of direction deficit. *Sports Basel*,6(4):174 doi: 10.3390/sports6040174
- Fort-Vanmeerhaeghe,A.,Bishop,C;Buscà,B;Aguilera-Castells,J;Vicens-Bordas,J;Gonzalo-Skok,O.(2020). Inter-limb asymmetries are associated with decrements in physical performance in youth elite team sports athletes.*Plos One*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0229440>
- 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). DOI: 10.1515/hukin-2015-0150
- Fort-Vanmeerhaeghe,A;Montalvo,A;SitjàRabert,M;Kiefer,A;Myer,G.(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 (317-323)
- Gómez,A.;Roqueta,E.;Tarragó,J,R,;;Seirul-lo,F.;Cos,F.(2019).Entrenamiento en deportes de equipo:el entrenamiento coadyuvante en el FCB. *Apuntes educación física y deporte* 199(13-25) ISSN-1577-4015
- Isla,E.;Romero-Moraleda,B.;Moya,J,;;Esparza-Ros,F.;Mallo,J.(2021).Effects of a neuromuscular warm-up program in youth female soccer players.*Journal of Human Kinetics*. Volume 79 (29-40) DOI: 10.2478/hukin-2021-0080
- Madruga,M.;Bishop,C.;Beato,M.;Fort-Vanmeerhaeghe,A.;Gonzalo-Skok,O.;Romero-Rodríguez,D.(2019). Relationship between interlimb asymmetries and speed and change of direction speed in youth handball players. *The Journal of strength and conditioning research publish ahead of print*.DOI: 10.1519/JSC.0000000000003328
- Madruga,M.;HernándezDavo,J.;Loturco,I.;Pereira,L.;Cesari,R.;Pratdesaba,J.;Sanz-Rivas,D.;Fernández,J.(2021).Relationship between sprint,change of direction, jump and hexagon test performance in young tennis players. *Journal of Sports Science and Medicine*.20,(196-202)
- Mujica,F.(2019).El sentido moral que James Naismith otorgó al baloncesto:una fortaleza para su desarrollo en España y en la educación física. *Revista digital de Educación Física*,56.
- Narazaki,K.,Berg,K.,Stergiou,N.,Chen,B.(2008).Physiological demands of competitive basketball.*Scandinavian Journal of Medicine and Science in*

*Sports*. 19(3):425-32. DOI: [10.1111/j.1600-0838.2008.00789.x](https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2008.00789.x)

- Noyes,F.;Barber-Westin,S.;Smith,S.;Campbell,T.;Garrison,T.(2012). A training program to improve neuromuscular and performance indices in female high school basketball players. *Cincinnati Sports Medicine Research*.
- Pagaduan,J;De Blas,X.(2013).Reliability of countermovement jump performance on chronojump bosco system in male and female athletes. *Sport Spa* volume 10,5-8.
- Suarez-Arrones,L.;Gonzalo-Skok,O.;Carrasquilla,I.;Asián-Clemente,J.;Santalla,:Lara-Lopez,P.;Núñez,J.(2020). Relationships between change of direction sprint jump and squat power performance. *Sports Journal*.8-38 doi:10.3390.
- Tarragó,J.R.;Massafret-Marimón,M.;Seirul·lo,F.;Cos,F.(2019).Entrenament en esports d'equip: l'entrenament estructurat al FCB. *Apunts educació física i esport*,137 (103-114). ISSN-0214-8757



## 9. Agraïments

Als meus pares, per haver-me concedit aquesta segona oportunitat en forma de grau en Ciències de l'Activitat Física i l'Esport i donar-me sempre ales per volar alt, molt alt. Mai us podré agrair en fets ni en paraules tot el que heu fet per mi.

A la meva germana Andrea per ensenyar-me que sense esforç i lluita no s'aconsegueix res.

A la Xènia, per començar aquest viatge juntes amb les motxilles carregades d'il·lusions, projectes i somnis.

A la Júlia, tot i ja no compartir el nostre dia a dia, per inspirar-me, ensenyar-me i fer que cada dia vulgui ser una millor versió de mi mateixa.

A la Eli, per recolzar-me, per ser el meu àngel de la guarda i no deixar-me caure mai tot i els obstacles del camí.

A la Bea, per comprendre'm i per il·luminar-me la vida aportant-me rauxa i alegria.

Al Fran i al Pep per deixar-me entrar al seu temple i compartir la seva passió.

Al Grup Barna i a totes les jugadores, per posar-m'ho fàcil des del minut 0 que els vaig comunicar que necessitava la seva essencial ajuda.

A l'Azahara, la directora del treball, per la paciència, per mantenir-me sempre a l'aguait i no deixar-me caure mai en el conformisme i la mediocritat.

Espero que amb aquest TFG hagi estat a l'alçada de les circumstàncies. Per mi això només és l'inici.

Moltes gràcies a tots!

## 10. Annexes

Model de consentiment informat que van haver de firmar les famílies .

### Consentiment Informat

*Jo, Clàudia Baraut Grau, major d'edat, amb DNI 53397102-A, actuant en nom i interès propi*

#### **DECLARO QUE:**

*He rebut informació sobre el projecte Entrenament neuromuscular per la millora del rendiment dels canvis de direcció i les asimetries entre cames en jugadores joves de bàsquet del que se m'ha entregat el full informatiu annex a aquest consentiment i per al que es sol·licita la meua participació. He entès el seu significat, m'han sigut aclarits els dubtes i m'han sigut exposades les accions que es deriven del mateix. He estat informat/da de tots els aspectes relacionats amb la confidencialitat i protecció de dades pel que fa al tractament de les dades personals que comporta el projecte i les garanties preses en compliment del Reglament General de Protecció de Dades i la Llei Orgànica 3/2018, de 5 de desembre, de protecció de dades personals i garantia dels drets digitals.*

*La meua col·laboració al projecte és totalment voluntària i tinc dret a retirar-me'n en qualsevol moment, revocant el present consentiment, sense que aquesta retirada pugui influir negativament en la meua persona en cap sentit. En cas de retirada, tinc dret a que les meves dades identificatives siguin suprimides, acceptant que es podrien conservar si s'anonymitzen de manera que no es puguin vincular a la meua persona.*

*Em consta que la institució que portarà a terme el projecte tindrà la consideració de Responsable del tractament de les meves dades, que els destinarà únicament a aquesta finalitat i que podré exercir els meus drets en matèria de protecció de dades en qualsevol moment davant d'aquesta institució. Així mateix em consta que puc consultar informació detallada de la política de protecció de dades de la institució a la seva pàgina web.*

*La investigació tindrà lloc del mes de gener a abril del 2022. Així mateix, renuncio a qualsevol benefici econòmic, acadèmic o de qualsevol altra naturalesa que pogués derivar-se del projecte o dels seus resultats. Per tot això,*

#### **DONO EL MEU CONSENTIMENT A:**

- 1. Participar en el projecte Entrenament neuromuscular per la millora del rendiment dels canvis / de direcció i les asimetries entre cames en jugadores joves de bàsquet.*
- 2. Que l'equip de recerca Universitat Blanquerna Ramon Llull i al l'estudiant Clàudia Baraut Grau com investigador principal, puguin gestionar les meves dades personals i difondre la informació que el projecte generi entenent que es preservarà en tot moment la meua identitat i intimitat, amb les garanties establertes al Reglament General de Protecció de Dades i la Llei Orgànica 3/2018, de 5 de desembre, de protecció de dades personals i garantia dels drets digitals i normativa complementària.*
- 3. Que l'equip [NOM DEL GRUP] conservi tots els registres efectuats sobre la meua persona en suport electrònic, amb les garanties i els terminis legalment previstos, i a falta de previsió legal, pels temps que fos necessari per a complir les funcions del projecte per a les que les dades van ser recollides.*

*A Barcelona, el [DIA/MES/ANY]*

*[FIRMA PARTICIPANT]*

*[FIRMA DE L'IP]*

A continuació adjunto els links amb les carpetes on es poden veure totes les dades preses als subjectes i un segon link amb els consentiments informats firmats per les famílies.

- <https://docs.google.com/spreadsheets/d/1Mt-nmHM8fGk9qrSL3gVJRaS27MMw2CXNIM9ffdGixiE/edit#gid=0>
- <https://drive.google.com/drive/folders/1jYNVp5QyEbQxdPoz-YdGKj3MeAlKnrWF>