

EFFECTE D'UN D'ENTRENAMENT DE FORÇA DE 6 SETMANES EN LA MILLORA DE LA VELOCITAT DE LLANÇAMENT EN JOVES JUGADORS D'HANDBOL

Grau en Ciències de l'Activitat Física i de l'Esport/Fisioteràpia
Escola Universitària de la Salut i l'Esport (EUSES), Centre adscrit a la Universitat de Girona

Carles Garcia Giner

Curs acadèmic: 2023-2024

Professor/a: Sergi Nuell Turon

Data d'entrega: 31/05/2024

ÍNDEX

ABSTRACT	2
1. INTRODUCCIÓ I MARC TEÒRIC	3
1.1. Factors de rendiment en l'handbol en etapes primerenques.....	4
1.2. Anàlisi biomecànic del llançament per sobre del cap en l'handbol	5
1.3. L'entrenament de força en l'adolescència i en l'handbol	7
1.4. L'entrenament de força per a millorar la velocitat de llançament	8
1.5. Disseny de l'estudi.....	9
2. MÈTODES	10
2.1. Disseny de l'estudi:.....	10
2.2. Participants.....	10
2.3. Protocol d'avaluació	11
2.4. Proposta d'entrenament	12
2.5. Anàlisi estadístic	13
2.6. Consideracions ètiques.....	14
3. RESULTATS.....	15
3.1. <i>Standing throw</i> 7m:	15
3.2. <i>3 step run + jump throw</i> 9m:	16
4. DISCUSSIÓ.....	18
4.1. Limitacions:.....	20
4.2. Conclusions:.....	21
5. REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES	23
6. ANNEXES.....	27
6.1. Annex 1.....	27

ABSTRACT

L'entrenament de força és la base de qualsevol programa de preparació física de molts dels esports d'equip. S'ha demostrat que, a part de millorar la qualitat de vida dels esportistes, l'entrenament de força és una de les millors eines per a millorar habilitats específiques de l'esport en qüestió. Així i tot cal que aquest entrenament estigui ben pautat i supervisat i que tingui un objectiu i uns continguts clars els quals coincideixin amb les recomanacions segons el moment maduratiu de l'esportista. En el present estudi s'ha analitzat si a través d'un entrenament de força de 6 setmanes de duració es pot millorar la velocitat de llançament a un grup 14 jugadors d'handbol. Pel que fa als resultats, s'han mostrat diferències significatives en el test *3 step run + jump throw 9m* entre el grup control i l'experimental, però en canvi no n'hi ha hagut en el *standing throw 7m*. A més, el grup experimental ha millorat la velocitat de xut en ambdós testos, tot i que en el darrer la diferència no ha sigut significativa amb el grup control. Aquests resultats poden ser deguts a un nombre de participants ("N") força reduït així com a causa d'una falta d'especificitat del programa d'entrenament en vers el gest tècnic específic de llançament. Tanmateix, s'ha demostrat que duent a terme un entrenament de força inespecífic en vers a l'acció de llançament i respectant les recomanacions metodològiques en aquest rang d'edat, es pot millorar habilitats motrius específiques d'un esport en concret.

Paraules clau: entrenament de força general, adolescents, jugadors d'handbol, velocitat de llançament, maduració de l'esportista.

1. INTRODUCCIÓ I MARC TEÒRIC

L'handbol és un esport d'equip i de situació el qual es caracteritza per ser un esport intermitent i d'alta intensitat el qual sol ser molt demandant a nivell condicional a causa de l'exigència física en la gran majoria de les accions que es duen a terme durant el transcurs d'un partit (Hermassi, Wollny, Schwesig, Shephard, Chelly, 2019 i Póvoas, Seabra, Ascensão, Magalhães, Soares, Rebelo, 2014).

L'èxit en l'handbol és multifactorial, és a dir hi ha multitud de factors de rendiment els quals incideixen en el fet que un jugador es pugui desenvolupar amb garanties dins d'un context amb una alta incertesa tècnica, tàctica, entre d'altres (Wagner, Finkenzeller, Würth i von Duvillard, 2014 i Guignard, Lefèvre, Karcher, Reche, Font i Komar, 2023). Aquests factors de rendiment es caracteritzen principalment per les habilitats condicionals (a nivell cardiovascular, de totes les manifestacions de la força, velocitat, etc.), en les habilitats tècnic-tàctiques (presa de decisions i habilitats coordinatives per poder executar l'acció amb èxit), aspectes genètics pel que fa a l'antropometria, la constitució, etc.; i també tots els aspectes relacionats amb la nutrició, les relacions socials, entre d'altres (Debanne i Laffaye, 2011; Michalsik, Madsen i Aagaard, 2015 i Wagner et al., 2014). Per tant, com és lògic, és molt complicat posar el focus en tan sols un aspecte, ja que, si s'entén al jugador d'handbol com a un ésser humà esportista, el qual és un sistema complex rodejat d'estructures complexes (Balagué, Torrents, Pol i Seirul-lo, 2014), el seu rendiment es veurà afectat per multitud de variables que sovint es podran controlar, però moltes altres vegades no serà possible (Tarragó, Massafred-Marimón, Seirul-lo i Cos, 2019).

És per això que és clau conèixer les habilitats específiques i accions més comunes, les quals poden esdevenir un factor de rendiment i/o de detecció de talents per a joves esportistes (Wagner et al., 2014), que es duen a terme dins d'un partit d'handbol i després com poder-les desenvolupar de manera progressiva i adequada per generar una adaptació futura en el jugador.

En el cas de l'handbol pràcticament totes les accions que es duen a terme es caracteritzen per ser moviments explosius els quals s'han de dur a terme en el mínim temps i amb la màxima eficiència possible per intentar tenir èxit (Póvoas et al., 2014).

Aquestes accions es poden dividir entre la predominança de tren inferior, com per exemple els canvis de direcció, acceleracions, desacceleracions, salts unilaterals i/o bilaterals, etc.; o també accions predominants de tren superior, com per exemple, els blocatges, els llançaments, els contactes corporals, etc. (Póvoas et al., 2014 i Torrescusa, 2018). A tot això se li ha de sumar una continuada exigència aeròbica i també en certs moments anaeròbica, a causa de la repetició d'accions explosives de manera continuada i repetida en el temps, però de manera intermitent, és a dir amb diverses pauses actives o inclús passives entre elles (Font, Karch, Reche, Carmo, Tremps i Irurtia, 2021 i Guignard, et al., 2023). De fet, només el 30% de les accions que es duen a terme durant el transcurs d'un partit són considerades d'alta intensitat (Font et al., 2021), fent d'aquesta manera que més de la meitat de les accions que es duen a terme són considerades de baixa intensitat, com per exemple caminar, estar aturat o trotar a baixa velocitat (Guignard et al., 2023).

1.1. Factors de rendiment en l'handbol en etapes primerenques

Les característiques dels jugadors d'handbol són les mateixes, o molt semblants, tant en etapes sèniors com en etapes de formació (Wagner et al., 2014), però aquestes són adaptades a les seves característiques a nivell condicional, físic, morfològic i estructural, les quals estan lligades també al Pic de Creixement Hormonal (PHV), també anomenat a pubertat (Lloyd i Oliver, 2012).

En etapes primerenques existeix el concepte detecció del talent durant el transcurs de les diferents categories en etapes de formació (Dabanne i Laffaye, 2011 i Koopmann, Lath, Büsch i Schorer, 2022). Generalment, aquestes combinaven els conceptes genètics i adquisició tècnica a través de l'entrenament com a major predisposició a ser talentós en algun context esportiu (Phillips, Davids, Renshaw i Portus, 2010). Així i tot, s'ha de tenir en compte que el rendiment és multifactorial (Balagué et al., 2014) i que, per tant, els models de detecció de talents haurien de fer èmfasi sobre els constrenyiments que interactuen amb l'atleta durant el transcurs del camí cap al suposat món professional (Cobley, Baker, i Schorer, 2017 i Phillips et al., 2010). És per això, que s'intenta extrapolar des de la base diferents aspectes que ens acostin a una possible predicció de talent futura, com per exemple aspectes fisiològics, cognitius, tècnic-tàctics, etc.; (Cobley et al., 2017).

Fent èmfasi en l'aspecte tècnic-tàctic, dins l'handbol, el llançament, entre altres habilitats, és considerada un *Gold Standard*, és a dir un marcador de rendiment (Koopmann et al., 2022). De fet, en l'estudi de Koopmann i col·laboradors (2022) es demostra que hi ha una correlació entre la velocitat de llançament i la convocatòria a la selecció alemanya d'handbol entre quinze i setze anys. Per tant, la velocitat de llançament pot ser una eina objectiva com a mètode d'identificació del talent en joves menors de setze anys, o si més no pot servir com a analitzador pel que fa al nivell de la progressió dels jugadors d'handbol. A aquest aspecte, cal afegir-hi aspectes subjectius com per exemple la tècnica empleada i /o els aspectes biomecànics del xut (Van den Tilaar i Ettema, 2009; Wagner, Pfusterschmied, von Duvillard i Müller, 2011; Serrien i Baeyens, 2023), també com a marcadors de rendiment (Koopmann et al., 2022).

En definitiva, la velocitat de llançament pot servir com a mètode d'avaluació dels jugadors d'handbol (Koopmann et al., 2022), a més a més tenint en compte que la velocitat de llançament podria estar correlacionada directament amb la capacitat de generar força màxima en jugadors d'handbol d'elit (Gorostiaga, Granados, Ibáñez, Izquierdo, 2005).

1.2. Anàlisi biomecànica del llançament per sobre del cap en l'handbol

En el cas del llançament per sobre del cap en l'handbol, aquest es pot dur a terme de múltiples maneres, però la més comuna és el llançament amb suspensió (el qual forma part del 75% dels xuts que es duen a terme, aproximadament) després d'una seqüència de bot i de diversos passos (Michalsik et al., 2015 i Wagner et al., 2014). A més a més, hi ha altres tipus de llançaments, com per exemple el xut en recolzament després d'una seqüència d'un a tres passos, que tot i només formar part dins del 15% del total dels xuts, és el que ens permet imprimir més velocitat a la pilota (Wagner et al., 2014). L'altre 7% i 3% el formen els xuts amb recolzament sense carrera prèvia i els xuts des de la posició de pivot, els quals tenen un patró especialment diferent en vers a la resta de xuts (Wagner et al., 2014).

Per altra banda, s'ha conclòs en diferents estudis que la velocitat de llançament es veu directament influenciada per una màxima rotació de la pelvis, del tronc i posteriorment de l'espatlla en un moviment coordinatiu complex (Van den Tilaar i Ettema, 2009; Wagner et al., 2011 i Wagner, 2014). Per tant, en l'acció del llançament estàndard es pot

diferenciar la fase d'armament del braç (apujar el braç amunt per trobar una posició òptima), la fase d'acceleració la qual es combina amb el pic més al del salt i la fase final de "continuar endavant" que és quan s'efectua el llançament (Wagner et al., 2011 i Wagner et al., 2014). En aquestes diferents fases s'hi poden detectar, primordialment, una extensió de colze, una rotació de la pelvis, la rotació del tronc i finalment la rotació interna de l'espatlla (Wagner et al., 2014).

Generalment, tots els jugadors d'handbol amb una tècnica de l'acció de llançament assimilada, realitzen un patró de moviment molt semblant el qual es pot anomenar seqüència de proximal a distal (Van den Tilaar i Ettema, 2009 i Serrien i Baeyens, 2018). S'ha de tenir en compte, però, que en el cas del llançament en recolzament en jugadors d'elit, la seqüència proximal a distal només s'observa a l'inici del moviment de les articulacions fent d'aquesta manera que en el moment de màxima velocitat segmentària i articular aquest patró no s'identifica (Van den Tilaar i Ettema, 2009).

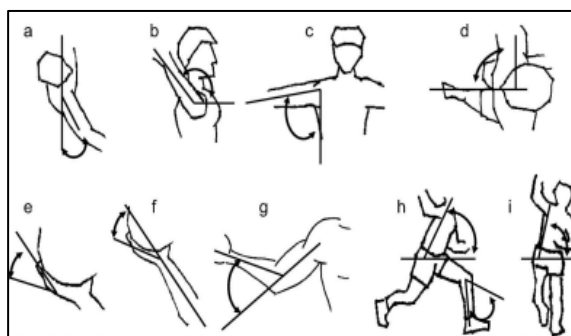


Figura 1. Representació gràfica de la biomecànica de llançament en l'handbol. Extret de (Van den Tilaar i Ettema, 2009).

Aquest procés i patró de moviment apareix generalment quan el llançament s'efectua mitjançant la col·locació de la cama contra lateral a la del braç del llançament en una posició avançada (Wagner et al., 2011 i Wagner et al., 2014), d'aquesta manera es pot afegir velocitat a través de la rotació del tronc i de la pelvis, a través de la qual es transmet també la força de l'extremitat inferior en el xut (Wagner et al., 2011 i Wagner et al., 2014).

Per tant, es pot dir que a través d'efectuar aquest tipus de llançament, sigui amb salt o sense pes podrà, generalment, obtenir una major velocitat de llançament en vers al salt amb dos peus junts (Pori, Bon and Šibila, 2005 i Wagner et al., 2011).

De fet, Serriens i Baeyens (2018), discutien sobre si la seqüència proximal a distal, servia com a patró de moviment com a una possible eina de detecció de talent en joves jugadors, a causa de que hi ha una confluència a l'hora de realitzar aquests tipus de llançaments sobretot en la rotació de la pelvis, la rotació i posterior flexió del tronc, l'extensió del colze i per últim, la rotació de l'espatlla. Falta evidència en aquest àmbit, però sí que és cert que aquest patró coordinatiu és molt habitual en el món de l'handbol, i per tant actualment, és un desencadenant directe de l'èxit en l'acció de llançament, la qual com ja s'ha esmentat anteriorment, Koopman i col·laboradors (2022) la proposaven com a possible eina d'identificació de talent.

1.3. L'entrenament de força en l'adolescència i en l'handbol

Actualment, després que hi hagi hagut varies propostes en vers al desenvolupament a nivell físic dels adolescents, el que està més vigent i més recolzat a causa de la base científica que té, és el Youth Physical Development (YPD) Model de Lloyd i Oliver (2012). S'ha de tenir en compte que, el programa d'entrenament que es planteja en aquest treball és dirigit a nens d'entre 12 i 14 anys, és a dir els quals es troben en etapa infantil. Segons Lloyd i Oliver (2012) es recomana començar a desenvolupar les capacitats condicionals bàsiques de manera exhaustiva en l'edat dels dotze anys (Faigenbaum, Ratamess, Kang, Bush i Rial, 2023), tenint en compte el concepte de força com un tot (Seirul-lo et al., 2019).

Les propostes de finestres d'oportunitat del YPD es basen, bàsicament, en tres moments molt específics, els quals són abans de la pubertat, el qual s'anomena *pre-Peak Height Velocity* (PHV); el moment de creixement exponencial o pubertat, el qual s'anomena PHV; i finalment el post-PHV, el qual consisteix en els anys posteriors al pic màxim de creixement (Annex 1).

A més a més, el YPD fa una correlació entre edat cronològica i edat madurativa, i aquest menciona que el PHV coincideix en aquesta etapa d'entre dotze i catorze anys, si es té en compte l'edat cronològica dels esportistes. Per tant, traslladant aquesta informació en el context en el qual es desenvolupa aquest estudi, segons Lloyd i Oliver (2012), en aquesta etapa madurativa és fonamental desenvolupar cinc aspectes a nivell condicional i coordinatiu de l'esportista per tal d'afavorir un millor desenvolupament

estructural i personal els quals són els següents: la força, la velocitat, l'agilitat, la potència i les habilitats específiques de l'esport (Faigenbaum et al., 2023).

En l'àmbit esportiu, uns alts nivells de força muscular estan correlacionats directament amb un augment de la velocitat de desplaçament, de la potència muscular, de la velocitat a l'hora de dur a terme un canvi de direcció, de l'habilitat pliomètrica i també de la capacitat cardiovascular (Fort-Vanmeerhaeghe, Romero-Rodríguez, Lloyd, Kushner i Myer, 2016 i Faigenbaum et al., 2023), és a dir, a través de l'entrenament de força es pot potenciar tots els aspectes que s'han esmentat anteriorment com a factors de rendiment dels esports de situació, i en concret de l'handbol (Lloyd i Oliver, 2012). De fet, entre els set i els dotze anys, l'última de la qual és una edat inclosa en aquest programa d'entrenament, els nivells de força muscular conjuntament amb l'alçada del nen o nena té una incidència del 70% en la capacitat de llançament, el qual és l'objecte d'estudi, entre altres habilitats motrius bàsiques o específiques (Lloyd and Oliver, 2012).

Per acabar, pel que fa a la potència, que és un subcomponent de la força i que consisteix a reclutar el màxim nombre d'unitats motores en el mínim temps possible de forma eficient i eficaç a través d'un moviment específic o no (Seirul-lo et al., 2019); com ja s'ha esmentat anteriorment, segons Lloyd i Oliver (2012) el període clau (*key period*) per començar a desenvolupar aquesta capacitat condicional de forma específica és durant i després del PHV, el qual comença, aproximadament als dotze anys d'edat. Per tant, en aquest estudi hi ha un grup de jugadors els quals estan en l'etapa sensible de desenvolupar-se a nivell de força, però també de potència (capacitat que engloba l'acció de llançament en l'handbol).

1.4. L'entrenament de força per a millorar la velocitat de llançament

Com ja s'ha esmentat anteriorment, perquè un llançament tingui èxit s'han de combinar diferents aspectes coordinatius, els quals estan relacionats amb la tècnica i la biomecànica del llançament (Serrien i Baeyens, 2018); aspectes condicionals, els quals estan relacionats amb la potència i velocitat de la pilota per a dificultar l'aturada del porter (Sabido, Hernández-Davó, Botella i Moya, 2016); i finalment els aspectes tàctics, els quals estan relacionats amb la posició en la qual es juga, el moment de llançament i la col·locació d'aquest en vers a la informació percebuda del porter i del defensor directe (Rivilla-García, Navarro, Grande i Sampedro, 2012).

La clau està en el com s'enfoca i quin objectiu té el programa, ja que partint de la correlació entre força de l'extremitat superior i la velocitat de llançament (Gorostiaga et al., 2005), si es planteja un entrenament de força correctament, per petit que sigui l'estímul aquest tindrà un efecte, en principi positiu en vers aquesta habilitat específica.

En la revisió sistemàtica liderada per Behm i col·laboradors (2017) on s'analitza l'efectivitat de l'entrenament tradicional de força en vers al de potència en la millora de les habilitats motrius bàsiques, es conclou que, l'entrenament de força s'hauria d'incloure prèviament a l'entrenament de potència per tal d'aconseguir uns bons fonaments de força general abans de començar amb moviments que poden ser més agressius a nivell estructural i tissular per a nens que no estan, morfo-estructuralment parlant, desenvolupats al 100%. Per tant, si es té en compte que, per exemple hi ha una correlació directa entre la utilització del *press banca* per sobre del 55% de la repetició màxima (RM) i l'augment de la velocitat de xut en l'handbol (Petruzela, Papla i Stastny, 2023), es pot dir que l'entrenament de força pot ser útil per a millorar la velocitat de llançament.

1.5. Disseny de l'estudi

L'objectiu general d'aquest estudi és analitzar si un programa de força general millora la velocitat de llançament en joves jugadors d'handbol.

Per altra banda, la hipòtesi és que a través d'un entrenament de força general es pot millorar la velocitat de llançament en joves jugadors d'handbol.

2. MÈTODES

2.1. Disseny de l'estudi:

Aquest estudi va consistir en un assaig clínic aleatoritzat el qual tenia l'objectiu d'esbrinar si un entrenament tradicional de força controlat mitjançant les repeticions en reserva (RiR) té efectes positius en vers a la millora de la velocitat de llançament en situacions analítiques en joves jugadors d'handbol. Per dur a terme l'estudi, es van dividir de manera aleatòria mitjançant el software Sortea2 (<https://www.sortea2.com/>, París, França) els participants en dos grups iguals els quals consistien en el grup d'intervenció, els quals duien a terme la proposta d'entrenament, i en el grup control els quals van continuar amb els entrenaments habituals.

2.2. Participants

Catorze jugadors d'handbol d'entre 12 i 14 anys van participar en aquest estudi. Tots els subjectes tenien almenys un any i mig d'experiència en l'entrenament d'handbol organitzat, entrenant entre 2 i 4 vegades a la setmana, i competint almenys un cop a cap de setmana. Tots ells tenien una lleugera relació amb l'entrenament de força des de feia aproximadament un any, sobretot amb les autocàrregues i amb exercicis realitzats amb pesos lliures al gimnàs. Els participants formaven part del mateix grup d'entrenament, és a dir del mateix equip, i per tant durant la temporada tots ells van estar entrenant 3 dies a la setmana, tenint d'aquesta manera un volum d'entrenament molt similar entre ells. Dins de l'equip, es va demanar al grup d'intervenció que vingués 30 minuts abans dels entrenaments dels dimarts i dels divendres per poder dur a terme el programa d'entrenament de força, mentre que un cop acabessin el programa durien a terme l'entrenament regular d'handbol conjuntament amb la resta de l'equip.

2 subjectes, un de cada grup, han sigut exclosos de l'estudi a causa de que han estat més d'una setmana de baixa a causa d'una lesió.

Abans de començar a executar l'estudi es va fer una reunió amb els pares dels jugadors implicats per explicar el projecte i les necessitats en vers a la realització dels programes d'entrenament. En primer lloc, tots els participants de l'estudi van dur a terme dos testos de llançament (des de set metres sense saltar ni carrera, el qual s'anomena durant

el treball *standing throw 7m*; i des de nou metres amb tres passos i salt, el qual s'anomena durant el treball *3 step run + jump throw 9m*). En segon lloc, el grup d'intervenció va dur a terme durant 6 setmanes abans dels entrenaments dels dimarts i dels divendres els dos blocs d'entrenament extres, i el grup control simplement va seguir amb la programació d'entrenament preestablerta prèviament pel club, és a dir la rutina habitual. I ja per últim, un cop finalitzades les sis setmanes, tots els participants de l'estudi van tornar a realitzar els testos de velocitat de llançament.

TAULA 1. Mitjana d'edat, experiència en l'handbol, alçada i pes del grup control i el grup d'intervenció.

	Edat	Experiència	Alçada (cm)	Pes (kg)
Grup control	12,8 ± 1	4,8 ± 2,2	163,3 ± 10,1	51,2 ± 13
Grup intervenció	12,8 ± 0,8	6,3 ± 1,7	165,2 ± 11	59,8 ± 19,4
Equip sencer	12,8 ± 0,8	5,5 ± 2	164,3 ± 10,1	55,5 ± 16,3

2.3. Protocol d'avaluació

Per a mesurar la velocitat de llançament es va optar per dos testos diferents extrets dels estudis dirigits per Hernández Davó et al. (2016) i van den Tillaar, Roaas i Oranchuk (2020), els quals consisteixen a executar tres llançaments sense oposició des de set metres a peu parat, és a dir sense carrera prèvia, i en tres llançaments sense oposició des de nou metres amb tres passos previs i salt.

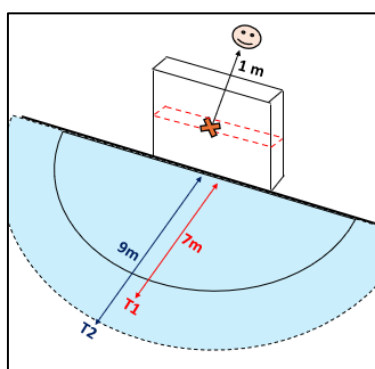


Figura 2. Distàncies i metodologia d'avaluació de la velocitat de llançament. **X** = Objectiu de xut; **☺** = Col·locació d'avaluador i radar; **1m** = Distància entre la porteria i el radar; **T1** = Test 1 (Standing Throw 7m); **T2** = Test 2 (3 step + Jump Throw 9m); **7m** = 7 metres de distància respecte a la porteria; **9m** = 9 metres de distància respecte a la porteria.

De cada test es van dur a terme tres llançaments i es va escollir el millor resultat. Per tal de mesurar la velocitat de llançament, es va fer amb un radar de la marca Bushnell Velocity (Overland Park, Kansas, Estats Units) el qual mesurava en quilòmetres per hora. D'aquesta manera es pot mesurar la velocitat des de dues posicions diferents les quals podien afectar en la magnitud dels resultats de la prova. Es van dur a terme dos testos durant el transcurs de l'estudi, un abans de començar el programa d'entrenament i un a l'acabar les sis setmanes d'entrenaments.

Abans de dur a terme el test els jugadors van dur a terme un escalfament de deu minuts que consistia en exercicis de mobilitat articular amb carrera continua, actius, exercicis de força isomètrica, exercicis d'estabilitat dinàmica, dur a terme passades per parelles i per últim, executar xuts a porteria amb augment de velocitat progressiva.











2.4. Proposta d'entrenament

La proposta d'entrenament de força, la qual només la va dur a terme el grup d'intervenció, consistia en sis setmanes en què s'afegien dos entrenaments de força a la programació habitual d'entrenament, concretament en dimarts i divendres (se citava els jugadors trenta minuts abans de l'entrenament per dur a terme l'entrenament de força). Per tant, en dur-se a terme dos entrenaments a la setmana de duració de trenta minuts, es van realitzar al final de l'estudi 12 entrenaments de força amb el grup d'intervenció. La proposta d'entrenament està basada en l'estudi executat per Torrescusa (2018) el qual proposava un exercici de tracció, un exercici d'empènyer, un de dominància de genoll, un de dominància de maluc i un de CORE. Els dos dies d'entrenament se seguia la mateixa estructura tot i què només canviava era la selecció d'exercicis. Els dimarts, els exercicis escollits van ser el *press banca*, *xerrac dorsal*, *squat*, *hip thrust* i *press pallof*; i els divendres van ser *press militar*, traccions en TRX, *squat búlgar*, *squat lateral* i planxa frontal. Ambdós dies es van fer tres sèries d'entre 8 i 15 repeticions on es demanava a l'esportista deixar un RiR de 3-4, el qual equivaldria a un RPE de 7-8 i a un RM d'entre el 55 i el 70% (Helms, Cronin, Storey, i Zourdos, 2016). D'aquesta manera cada esportista rebia l'estímul adequat adaptat a les seves capacitats i al pes utilitzat en cada exercici.

Abans de dur a terme el protocol d'entrenament els jugadors van dur a terme un escalfament de 10 minuts que consistia en exercicis de mobilitat articular amb carrera

continua, estiraments actius, exercicis de força isomètrica i, finalment, exercicis d'aproximació a la tècnica de llançament duts a terme amb pilotes d'handbol.

TAULA 2. Programa d'entrenament de força general amb els seus respectius exercicis, rang de repeticions òptim, les repeticions en reserva (RiR), la percepció subjectiva de l'esforç a la qual hauria d'estar el jugador durant l'entrenament (RPE) i el percentatge de la repetició màxima (RM) a la qual s'hauria d'executar els exercicis. **(A)** = Exercicis duts a terme els dimarts // **(B)** = Exercicis duts a terme el divendres.

		FRONT SQUAT	HIP THRUST	PRESS BANCA	XERRAC DORSAL	PRESS PALLOF
EXERCICIS	A)					
		8-15 rep. (3-4 RIR)	8-15 rep. (3-4 RIR)	8-15 rep. (3-4 RIR)	8-15 rep.* (3-4 RIR)	20"
	60-70% RM 6-8 RPE	60-70% RM 6-8 RPE	60-70% RM 6-8 RPE	60-70% RM 6-8 RPE	x	
		SQUAT BÚLGAR	LUNGE LATERAL	TRX DORSAL	PRESS MILITAR	PLANXA FRONTAL
	B)					
		8-15 rep.* (3-4 RIR)	8-15 rep.* (3-4 RIR)	8-15 rep. (3-4 RIR)	8-15 rep. (3-4 RIR)	25"-30"
	60-70% RM 6-8 RPE	60-70% RM 6-8 RPE	60-70% RM 6-8 RPE	60-70% RM 6-8 RPE	x	

2.5. Anàlisi estadístic

Les dades seran presentades amb mitjanes \pm DE. L'anàlisi es va realitzar utilitzant SPSS v.23.0.0.0 (IBM, Armonk, NY, Estats Units). Abans de l'anàlisi es va verificar la distribució normal de les dades amb la prova Shapiro-Wilk per mostres menors a 30 participants i es va comprovar l'esfericitat de les dades mitjançant la prova de Levene. Posteriorment, es va realitzar un ANOVA de mesures repetides per comparar els efectes dels dos protocols en les diferents variables dependents. Per valorar la magnitud dels canvis es

va utilitzar el % de canvi respecte al valor basal. La significança estadística es va establir a $p < 0,05$.

2.6. Consideracions ètiques

Als participants d'aquest estudi se'ls va assegurar la confidencialitat i la protecció de les dades, segons s'estableix en la Llei Orgànica 3/2018, de 5 de desembre, de protecció de dades personals i garantia de drets digitals, i en el Reglament (UE) 2016/679 del Parlament Europeu i del consell, de 7 d'abril de 2016, relatiu a la protecció de les persones físiques pel que fa al tractament de dades personals i a la lliure circulació d'aquestes dades i pel qual es deroga la Directiva 95/46 / CE (Reglament general de protecció de dades).

En el cas que els resultats d'aquest estudi s'arribessin a publicar llibres o revistes especialitzades, o inclús s'utilitzin amb finalitats didàctiques, no s'usarà el nom dels participants o altres possibles identificadors, sinó que s'utilitzaran pseudònims.

Abans de començar amb el període experimental de l'estudi, l'investigador encarregat va fer una reunió amb els tutors dels participants, els quals van firmar un consentiment informat on s'explicava tota la informació rellevant relacionada amb l'estudi. L'investigador encarregat de l'estudi mantindrà aquests consentiments informats guardats durant cinc anys, i un cop hagin passat, es destruiran un cop el procés d'investigació hagi acabat. Un cop acabat l'estudi, la base de dades generada a través d'aquests quedarà anonimitzada i es posarà a disposició a la resta d'investigadors.

3. RESULTATS

Pel que fa als resultats, el grup d'intervenció va millorar en un 7,57% i un 4,77% la seva velocitat de llançament el *standing throw 7m* i el *three step + jump throw 9m*, respectivament. Per altra banda, el grup control va millorar en un 8,07% i va empitjorar un 1,85% la seva velocitat de llançament el *standing throw 7m* i el *three step + jump throw 9m*, respectivament.

Tal com es mostra en la taula 4, no es van trobar diferències significatives en el test de 7 metres pel que fa a la millora de la velocitat de llançament entre el grup control i l'experimental ($p=1.000$), però, en canvi, sí que es van trobar diferències significatives en el test de 9 metres entre el grup control i l'experimental ($p=0.039$).

TAULA 3. Resultats del *standing throw 7m* i el *three step + jump throw 9m* del grup intervenció i el grup control.

	STANDING THROW 7M		3 STEPS + JUMP THROW 9M	
	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test
GRUP INTERVENCIÓ	61,5 ± 9,18	66,16 ± 8,04	66,33 ± 6,15	69,5 ± 7.99*
GRUP CONTROL	57,83 ± 8,42	62,5 ± 9,75	63 ± 7,95	61,83 ± 9,28

*= $p < 0,05$ – Diferències significatives entre grup control i grup d'intervenció

3.1. Standing throw 7m:

Tal com es mostra en les taules 5 i 6 no va haver-hi diferències significatives entre els resultats del grup intervenció i els del grup control.

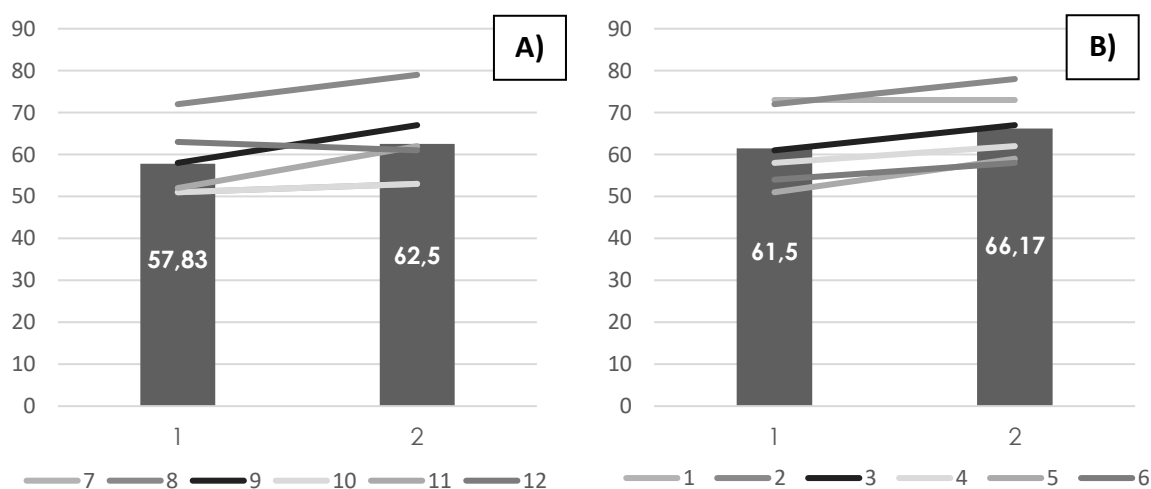


Figura 3. Resultats del test *standing throw 7m*. **A)** = Resultats del grup control // **B)** = Resultats del grup experimental.

Així i tot, generalment tots dos grups van millorar la velocitat de llançament en el post-test en comparació amb el pre-test (figura 2).

La mitjana de millora va ser de 4,66 km/h (7,57%) en el grup d'intervenció i de 4,67 km/h (8,07%) en el grup control.

TAULA 4. Resultats pre i post-test del grup control i el d'intervenció en el test standing throw 7m.

STANDING THROW 7M					
TESTOS	GRUP CONTROL		GRUP INTERVENCIÓ		
	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test	
Subjecte 7	51	53	73	73	Subjecte 1
Subjecte 8	72	79	72	78	Subjecte 2
Subjecte 9	58	67	61	67	Subjecte 3
Subjecte 10	51	53	58	62	Subjecte 4
Subjecte 11	52	62	51	59	Subjecte 5
Subjecte 12	63	61	54	58	Subjecte 6
MITJANA	57,8 ± 8,4	62,5 ± 9,8	61,5 ± 9,1	66,2 ± 8	

3.2. 3 step run + jump throw 9m:

Tal com es mostra en les taules 5 i 6 va haver-hi diferències significatives entre els resultats del grup intervenció i els del grup control.

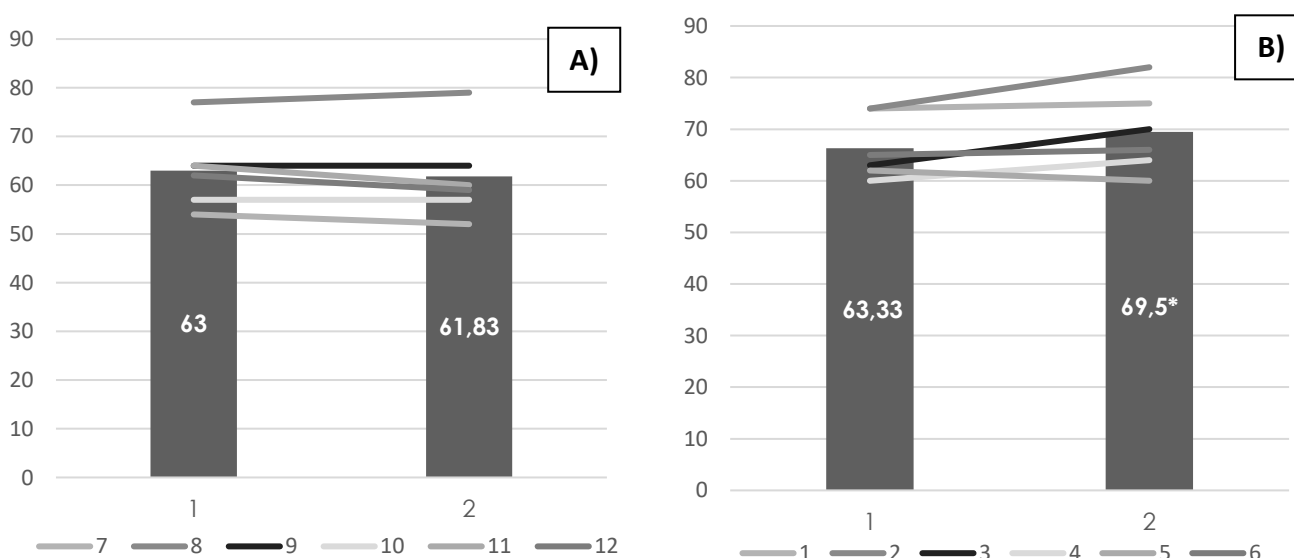


Figura 4. Resultats del test three step + jump throw 9m. **A)** = Resultats del grup control // **B)** = Resultats del grup experimental // N* = Diferències significatives entre el grup d'intervenció i el grup control.

El grup intervenció va presentar una millora de 3,17 km/h en el post-test respecte al pre-test (millora del 4,77%) i en canvi, el grup control va empitjorar en 1,17 km/h en el post-test respecte al pre-test (empitjorament del -1,85%).

TAULA 5. Resultats pre i post-test del grup control i el d'intervenció en el test standing throw 7m.

3 STEP + JUMP THROW 9M					
TESTOS	GRUP CONTROL		GRUP INTERVENCIÓ		
	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test	
Subjecte 7	54	52	74	75	Subjecte 1
Subjecte 8	77	79	74	82	Subjecte 2
Subjecte 9	64	64	63	70	Subjecte 3
Subjecte 10	57	57	60	64	Subjecte 4
Subjecte 11	64	60	62	60	Subjecte 5
Subjecte 12	62	59	65	66	Subjecte 6
MITJANA	63 ± 8	61,8± 9,2	66,3 ± 6,2	69,5 ± 8	

4. DISCUSSIÓ

L'objectiu en aquest estudi va ser analitzar si des d'una proposta d'entrenament de força general de 6 setmanes de duració es podia incidir en la millora de la velocitat del llançament en l'handbol en joves jugadors d'entre 12 i 14 anys. Per altra banda, la hipòtesi es va definir com que a través d'un entrenament de força general es pot millorar la velocitat de llançament en joves jugadors d'handbol. Després de les 6 setmanes les principals troballes han sigut que el grup d'intervenció, el qual va dur a terme l'entrenament de força general, va presentar diferències significatives en el post-test del *3 step + 9m jump throw* respecte al grup control en la millora de la velocitat de llançament. En canvi, tots dos grups van presentar millores en el *7m standing throw* i, per tant, no es van mostrar diferències significatives després de les sis setmanes d'entrenament.

És sabut que hi ha una correlació entre la capacitat de produir força i la velocitat de llançament en els jugadors d'handbol (Gorostiaga et al., 2005 i Hernández-Davó et al., 2016 i Abuajwa, Hamlin, Hafiz i Razman, 2022). És per això que l'augment de la força a través de l'entrenament general pot ser una opció per a millorar aquesta variable (Van den Tilaar i Marqués, 2011; Kvorning, Hansen i Jensen, 2017; Torrecusa, 2018; K. Hermassi et al., 2019; Petruzela et al., 2023) la qual és una de les eines més utilitzades per a la detecció i selecció del talent en l'handbol (Serrien i Baeyens, 2018 i Koopmann et al., 2022). Multitud d'estudis s'ha demostrat que hi ha millores en la velocitat de llançament després de realitzar un programa de força general (Van den Tilaar i Marqués, 2011; Sabido et al., 2016; Torrecusa, 2018, Hermassi et al., 2019 i Zhang i Jiang, 2023). És difícil comparar les troballes d'aquest estudi amb altres degut a que els resultats poden variar en funció de l'edat de la població d'estudi (Behm, 2017), el mètode d'avaluació i els tests emprats (Hermassi et al., 2019), la tècnica de llançament (Wagner et al., 2011), entre d'altres factors.

En aquest estudi, les millores de la velocitat de llançament en el grup d'intervenció en ambdós tests, les quals són del 7,57% en el *7m standing throw* i del 3,17% en el *3 step + jump 9m throw* (la qual l'última presenta diferències significatives respecte al grup

control) són menors a les trobades en l'estudi de Abuajwa i col·laboradors (2022), el qual s'indiciava que l'entrenament de força entre el 40 i el 60% RM realitzat a altes velocitats i baixes velocitats en estudiants universitaris presentava millores del 18,32% i 18,7%, respectivament. En els dos estudis es van mostrar millores en la variable en qüestió, però la gran diferència entre els resultats obtinguts, a part de la diferència d'edat entre les poblacions de l'estudi, pot estar relacionada amb un establiment del percentatge de RM més acurat en l'estudi d'Abujawa i col·laboradors (Helms et al., 2016).

En l'estudi de Hermassi i col·laboradors (2019) on es va testar la velocitat de llançament de la mateixa manera que en aquest estudi, no es van trobar diferències el grup control amb uns resultats de -0,18% i -0,93 en el test de xut de 7m i de 9m, respectivament. Per altra banda, en el present estudi el grup control tampoc presenta diferències significatives en la velocitat de llançament en el test de 9m (amb un resultat de -1,85%); però, en canvi, presenta una millora de més del 8% en el xut de 7m. Aquest fenomen pot ser degut a, en primer lloc, a la presència de dos subjectes que presenten una millora de la velocitat de llançament en aquest test de 10 km/h o més, la qual difereix molt de la mitja de millora d'ambdós grups; i, en segon lloc, a la diferència de població d'estudi entre un estudi i l'altre (Behm et al., 2017). En el present estudi, si es duu a terme la mitjana de velocitat de llançament sense aquells subjectes d'ambdós grups que sobrepassen els 8 km/h de millora en el test de 7m (és a dir que estan per sobre de la mitja) el percentatge de millora del grup experimental és del 6,2% en el grup d'intervenció i del 2,25% en el grup control. Aquesta diferència entre el grup control i experimental després d'aquesta modificació coincideix amb les troballes d'altres estudis (Van den Tilaar i Marqués, 2011; Sabido et al., 2016; Torrecusa, 2018, Hermassi et al., 2019; Van den Tilaar i Oranchuk, 2020 i Zhang i Jiang, 2023). El fet de tenir una "N" molt reduïda, és a dir un nombre total de participants en l'estudi poc nombrós, fa que les mitjanes resultants siguin molt susceptibles al canvi i que per tant qualsevol resultat que sobresurti quantitativament de la mitja pot emascarar els resultats mitjos obtinguts.

Així i tot, si s'agafen els resultats inicials presentats anteriorment, el fet que hi hagi una diferència significativa entre el test a peu parat (*7m standing throw*) i el test amb salt (*3 step + 9m jump throw*), pot ser deguda a una major dificultat a nivell coordinatiu entre ambdós testos (Wagner et al., 2011). El programa d'entrenament proposat per aquest

estudi presentava una visió integral de l'ús de la força, és a dir que es treballaven per igual tant l'extremitat inferior com superior. Està demostrat que l'extremitat inferior té incidència en la velocitat de llançament (Zapartidis, Kororos, Christodoulidis, Skoufas i Bayios, 2011 i Wagner et al., 2011) i també que un major índex de força pot augmentar la capacitat de reclutar unitats motores a través del moviment de rotació de la pelvis després de la realització dels 3 passos i durant el salt (Van den Tilaar i Ettema, 2009). A més a més, des d'aquest estudi se segueix la proposta de Behm (2017) en el qual s'esmenta que en adolescents, abans de desenvolupar la potència, és necessari treballar la capacitat de força màxima.

Per acabar, cal remarcar que aquest programa de força tenia una orientació general, és a dir era poc específic en vers al gest específic de llançament per sobre del cap en l'handbol. Per tant, aquest no és un programa que vagi destinat principalment a la millora de la velocitat sinó que aquest, de la manera en com està enfocat, té una major incidència a nivell d'hipertrofia estructural (Torrescusa, 2018). Així i tot, tal com van proposar Gorostiaga i col·laboradors (2005) hi ha una correlació entre la força màxima i la velocitat de llançament. És a dir que, en el present estudi, el programa de força proposat es va escollir seguint els paràmetres proposats per Lloyd i Oliver (2012) tot aprofitant les finestres d'oportunitat fisiològiques i neuromusculars que s'esdevenen en el rang d'edat de 12 a 14 anys. En definitiva, hi ha altres programes, com per exemple els basats en exercicis balístics i/o que reproduïen d'una manera més pròxima el gest tècnic, els quals donen preferència la millora de la velocitat de llançament, i que, per tant, tenen una major incidència en aquest variable que el programa presentat en aquest estudi. Així i tot, ha quedat demostrat que a través d'un programa de força general basat en les característiques fisiològiques i demandes maduratives del subjecte, també pot millorar les habilitats específiques de l'esport, com ho és en aquest cas el llançament.

4.1. Limitacions:

La principal limitació en aquest estudi ha sigut la manca de familiarització amb els testos. És a dir, la sessió destinada a la familiarització dels testos d'avaluació no va ser suficient perquè els participants els executessin de la millor manera possible, aspecte que va fer

que s'hagués de repetir més de tres vegades en alguns dels casos els intents de llançaments. Tot i que tots els jugadors tinguin almenys un any i mig d'experiència en l'handbol i majoritàriament tot tenen un domini tècnic elevat, les diferències a nivell maduratiu i també cronològic (és a dir de l'edat) provoca que encara hi hagi jugadors que puguin perfeccionar diferents aspectes biomecànics del llançament (com per exemple la rotació interna de la gleno-humeral en el moment de llançament) els quals poden incidir també en la velocitat de llançament. Per tant, més sessions de familiarització amb el test es necessitarien per tal de cada subjecte s'adaptés als constrenyiments i indicacions preestablertes i què, d'aquesta manera pogués arribar al dia del test amb les màximes garanties.

En segon lloc, tot i que el radar sempre estava a tres metres de distància de la porteria, aquest era subjectat per l'avaluador i, per tant, podien haver-hi fluctuacions en la posició d'aquest les quals poden afectar en les mesures de la velocitat.

En tercer lloc, s'ha de tenir en compte que l'estudi es va dur a terme en un context amateur i, per tant, la disponibilitat dels participants no era sempre la mateixa abans dels entrenaments. Algunes vegades, alguns jugadors van haver de dur a terme els programes d'entrenament de manera consecutiva en un mateix dia, entre altres variacions que van sorgir durant el període d'intervenció.

Per últim, com també s'ha esmentat a la discussió, la "N" del present estudi és una limitació degut a la poca quantitat de participants en cada grup. Aquest fet fa que qualsevol resultat que sobresurti en vers a la resta modifiqui quantitativament la mitja total.

4.2. Conclusions:

A través d'aquest estudi es pot concloure que l'entrenament de força general pot millorar la velocitat de llançament en jugadors d'handbol d'entre 12 i 14 anys després d'un programa d'entrenament de sis setmanes de duració. Tot i això, no vol dir que les millores trobades en aquest estudi en el grup d'intervenció siguin una causa directa del programa de força, sinó que aquestes poden ser causades per múltiples factors, com

per exemple el moment maduratiu de l'esportista i la tècnica de llançament, entre d'altres.

És necessari dur a terme més investigacions en aquest sentit i amb diferents poblacions d'estudi, així com unificar els protocols d'avaluació per tal que sigui més fàcil la posterior comparació. D'altra banda, també seria interessant disposar d'una "N" més ampla, és a dir d'un major nombre de participants, per tal de poder extreure'n conclusions més fermes per d'aquesta manera reduir els efectes dels resultats que destaquen, tant per sobre com per sota, de la resta.

5. REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

1. Abuajwa, B., Hamlin, M., Hafiz, E., and Razman, R. (2022). The effect of high and low velocity-based training on the throwing performance of collegiate handball players. *PeerJ*, 10, e14049.
2. Baker, J., Cobley, S., Schorer, J., Wattie, N. (2017). Routledge handbook of talent identification and development in sport. *London: Routledge*.
3. Balagué, N., Torrents, C., Pol, R., & Seirul·lo, F. (2014). Integrated Training. Dynamic principles and applications. *Apunts. Educación Física y Deportes*, 116, 60-68. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2014/2\).116.06](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2014/2).116.06)
4. Debanne, T. i Laffaye, G. (2011). Predicting the throwing velocity of the ball in handball with anthropometric variables and isotonic tests. *J Sports*, 29(7), 705-13. doi: 10.1080/02640414.2011.552112.
5. Faigenbaum, A., Ratamess, N., Kang, J., Bush, J., Rial, T. (2023). May the Force Be with Youth: Foundational Strength for Lifelong Development. *Current Sports Medicine Reports*, 22(12), p 414-422. doi: 10.1249/JSR.0000000000001122
6. Font, R., Karcher, C., Reche, X., Carmona, G., Tremps, V., Iruiria, A. (2021). Monitoring external load in elite male handball players depending on playing positions. *Biol Sport*, 38(3), 475-481. doi: 10.5114/biolsport.2021.101123.
7. Fort-Vanmeerhaeghe, A., Romero-Rodríguez, D., Lloyd, R., Kushner, A., & Myer, G. (2016). Integrative neuromuscular training in youth athletes. Part II: Strategies to prevent injuries and improve performance. *Strength and Conditioning Journal*, 38(4), 9-27. doi:10.1519/SSC.0000000000000234
8. Gorostiaga EM, Granados C, Ibáñez J, Izquierdo M. (2005). Differences in physical fitness and throwing velocity among elite and amateur male handball players. *Int J Sports Med*, 26(3), 225-32. doi: 10.1055/s-2004-820974.
9. Helms, E. R., Cronin, J., Storey, A., & Zourdos, M. C. (2016). Application of the Repetitions in Reserve-Based Rating of Perceived Exertion Scale for Resistance Training. *Strength and Conditioning Journal*, 38(4), 42.

10. Hermassi, S., Wollny, R., Schwesig, R., Shephard, R.J., Chelly, M.S. (2019). Effects of In-Season Circuit Training on Physical Abilities in Male Handball Players. *J Strength Conditioning Research*. 33(4), 944-957. doi: 10.1519/JSC.0000000000002270.
11. Koopmann, T., Lath, F., Büsch, D., Schorer, J. (2022). Predictive Value of Technical Throwing Skills on Nomination Status in Youth and Long-Term Career Attainment in Handball. *Sports Med Open*. 14;8(1), 6. doi: 10.1186/s40798-021-00397-5.
12. Kvorning, T., Hansen, M. R., and Jensen, K. (2017). Strength and conditioning training by the Danish national handball team before an Olympic tournament. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(7), 1759–1765.
13. Lefèvre, T., Guignard, B., Karcher, C., Reche, X., Font, R., Komar, J. (2023). A deep dive into the use of local positioning system in professional handball: Automatic detection of players' orientation, position and game phases to analyse specific physical demands. *PLoS One*. 16; 18(8). doi: 10.1371/journal.pone.0289752.
14. Lloyd, Rhodri & Oliver, Jon. (2012). The Youth Physical Development Model. *Strength and Conditioning Journal*. 34, 61-72. 10.1519/SSC.0b013e31825760ea.
15. Michalsik, L.B., Madsen, K., Aagaard, P. (2015). Physiological capacity and physical testing in male elite team handball. *J Sports Med Phys Fitness*. 55(5), 415-29.
16. Phillips, E., Davids, K., Renshaw, I., Portus, M. (2010). Expert performance in sport and the dynamics of talent development. *Sports Med*. 1, 40(4), 271-83. doi: 10.2165/11319430-000000000-00000.
17. Petruzela, J., Papla, M., Stastny, P. (2023). Conditioning Strategies for Improving Handball Throwing Velocity: A Systematic Review and Meta-Analyses. *J Hum Kinet*. 20, 87, 189-200. doi: 10.5114/jhk/162017.
18. Pori, P., Bon, M. i Šibila, M. (2005). Jump shot performance in team handball – a kinematic model evaluated on the basis of expert modelling. *Kinesiology*, 37 (1.), 40-49. Preuzeto s <https://hrcak.srce.hr/4143>
19. Rivilla-García, J.; Navarro Valdivielso, F.; Grande Rodriguez, I. y Sampedro Molinuevo, J. (2012). Capacidad de lanzamiento en balonmano en función del puesto específico / Handball throwing capacity according to specific playing position. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte vol. 12 (48)* pp. 699-714 <Http://cdeporte.rediris.es/revista/revista48/artcapacidad316.htm>

20. Sabido, R., Hernández-Davó, JL., Botella, J., Moya, M. (2016). Effects of 4-Week Training Intervention with Unknown Loads on Power Output Performance and Throwing Velocity in Junior Team Handball Players. *PLoS One*. 16, 11(6). doi: 10.1371/journal.pone.0157648.
21. Serrien, B, Baeyens, JP. (2018). Systematic Review and Meta-Analysis on Proximal-to-Distal Sequencing in Team Handball: Prospects for Talent Detection? *J Hum Kinet*. 24, 63:9-21. doi: 10.2478/hukin-2018-0002
22. Tarragó, J. R.; Massafret-Miramón, M., Seirul·lo, F. i Cos, F. (2019). Training in Team Sports: Structured Training in the FCB. *Apunts. Educación Física y Deportes*, 137, 103-114.
23. Torrescusa Alarcón, Ignacio (2018). Efecto de un programa de entrenamiento de fuerza sobre el rendimiento físico en jugadores de élite de balonmano. *Proyecto Fin de Carrera / Trabajo Fin de Grado, Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte (INEF) (UPM)*.
24. van den Tillaar R, Ettema G. (2009). Is there a proximal-to-distal sequence in overarm throwing in team handball? *J Sports Sci*. 27(9):949-55. doi: 10.1080/02640410902960502.
25. Tillaar, R. & Marques, M. (2011). A Comparison of Three Training Programs With the Same Workload on Overhead Throwing Velocity With Different Weighted Balls. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*. 25. 2316-21. 10.1519/JSC.0b013e3181f159d6.
26. Tillaar R., Roaas T., Oranchuk, D. (2020). Comparison of effects of training order of explosive strength and plyometrics training on different physical abilities in adolescent handball players. *Biol Sport*. 37(3):239-246. doi: 10.5114/biol sport.2020.95634.
27. Wagner, H., Pfusterschmied, J., von Duvillard, S., Müller, E. (2011). Performance and kinematics of various throwing techniques in team-handball. *J Sports Sci Med*. 1, 10(1):73-80.
28. Wagner, H., Finkenzeller, T., Würth, S., von Duvillard, S. (2014). Individual and team performance in team-handball: a review. *J Sports Sci Med*. 1;13(4):808-16.
29. Zhang, H., Jiang, Q., Li, A. (2023). The impact of resistance-based training programs on throwing performance and throwing-related injuries in baseball

players: A systematic review. *Heliyon*. 29;9(12). doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e22797.

30. Zapartidis, Ilias & Kororos, Panagiotis & Christodoulidis, Triandafillos & Skoufas, Dimitrios & Bayios, Ioannis. (2011). Profile of Young Handball Players by Playing Position and Determinants of Ball Throwing Velocity. *Journal of Human Kinetics*. 27. doi: 10.2478/v10078-011-0002-4.

6. ANNEXES

6.1. Annex 1

- **YPD (Lloyd i Oliver, 2012):** Sintetitza en una taula les recomanacions en vers a l'entrenament de força segons cada rang d'edat cronològica i el relaciona amb el moment maduratiu de l'esportista.

Taula 6. Edat cronològica òptima per a desenvolupar les qualitats físiques segons el Youth Physical Development Model. PHV = Peak Height Velocity; HMB = Habilitats Motrius Bàsiques; HME = Habilitats Motrius Específiques; HT = Hipertròfia. Extreta de (Lloyd i Oliver, 2012).

YOUTH PHYSICAL DEVELOPMENT MODEL PER NOIS																				
EDAT CRONOLÒGICA	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
PERÍODES D'EDAT	PRIMERA INFÀNCIA			INFÀNCIA MITJANA						ADOLESCÈNCIA							ADULT			
ESTAT DE CREIXEMENT	CREIXEMENT RÀPID		CREIXEMENT ESTABLE						PUBERTAT				DESCENS DEL CREIXEMENT							
ESTAT MADURATIU	PRE PHV									PHV				POST PHV						
ADAPTACIÓ A L'ENTRENAMENT	PREDOMINÀNCIA NEURAL (RELACIONAT AMB L'EDAT)						COMBINACIÓ ENTRE PREDOMINÀNCIA NEURAL I HORMONAL (RELACIONAT AMB LA MADURACIÓ)													
QUALITATS FÍSQUES	HMB		HMB		HMB		HMB													
	HME		HME		HME		HME ESPORT													
	MOBILITAT		MOBILITAT						MOBILITAT											
	AGILITAT		AGILITAT						AGILITAT				AGILITAT							
	VELOCITAT		VELOCITAT						VELOCITAT				VELOCITAT							
	POTÈNCIA		POTÈNCIA						POTÈNCIA				POTÈNCIA							
	FORÇA		FORÇA						FORÇA				FORÇA							
	HIPERTRÒFIA									HIPERTRÒFIA				HIPERTRÒFIA						HT
RESISTÈNCIA I METABÒLIC		RESISTÈNCIA I METABÒLIC						RESISTÈNCIA I METABÒLIC				RESISTÈNCIA I METABÒLIC								
ESTRUCTURA D'ENTRENAMENT	SENSE ESTRUCTURA		BAIXA ESTRUCTURA				ESTRUCTURA MODERADA				ALTA ESTRUCTURA				MOLT ALTA ESTRUCTURA					

- **Bibliografia:**

Lloyd, Rhodri & Oliver, Jon. (2012). The Youth Physical Development Model. *Strength and Conditioning Journal*. 34, 61-72. 10.1519/SSC.0b013e31825760ea.