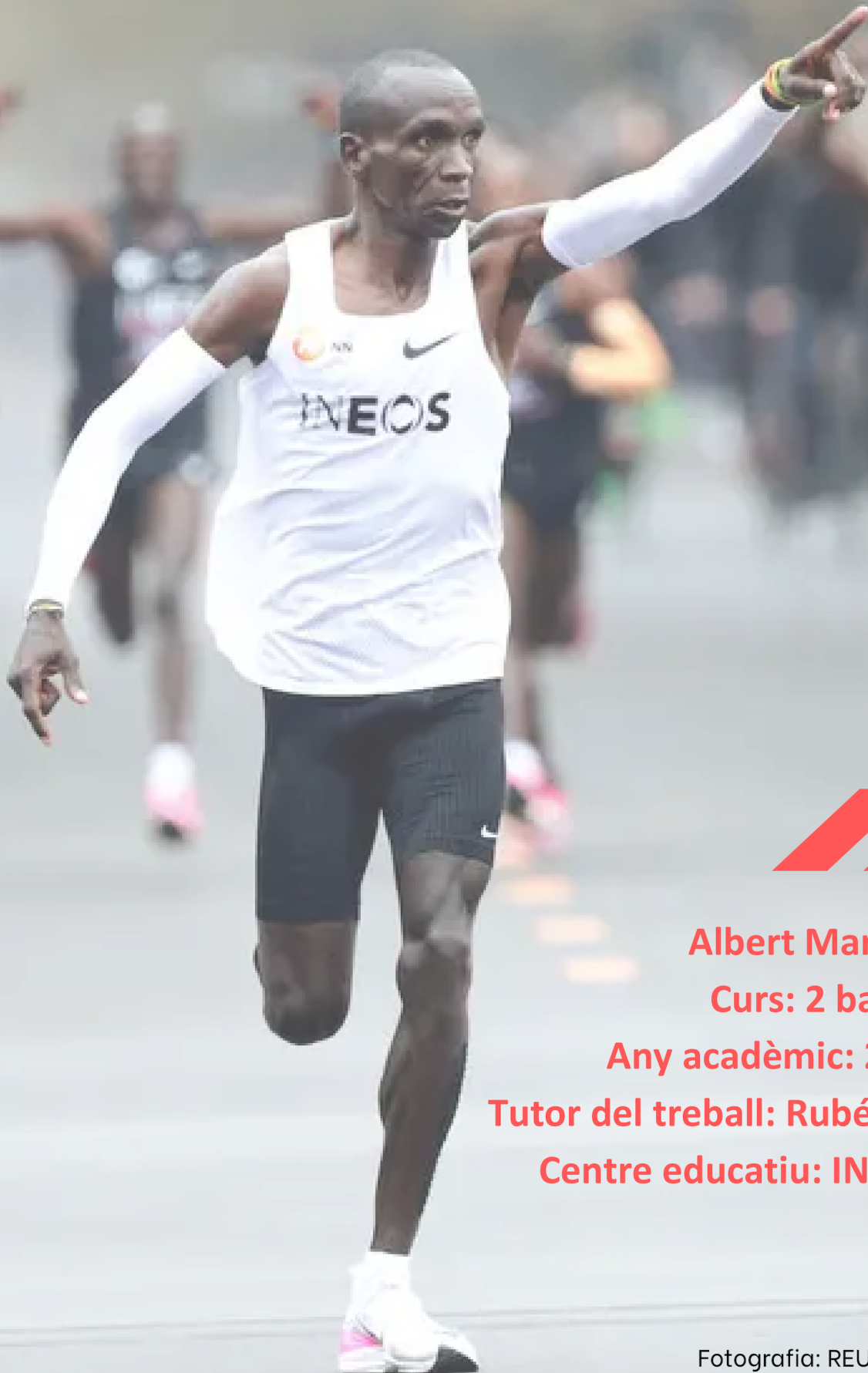


TÈCNICA DE CARRERA

ANÀLISIS DE L'EFICIÈNCIA DE LA PETJADA



Albert Martí Gimeno

Curs: 2 batxillerat B

Any acadèmic: 2023-2024

Tutor del treball: Rubén Barbosa

Centre educatiu: INS Altafulla

“The scientists in the whole world they were saying the first human being to run under two hours will be in the year 2075, but I have proved them wrong” (Eliud Kipchoge, 2019)”

Aquest treball està dedicat al Rubén Barbosa, el meu tutor de seguiment, al Joan Rius Sant, que sense ell aquest treball no seria possible, i a la meva família que m'ha donat tot el seu suport en tot moment.

ÍNDEX

INTRODUCCIÓ	1
PART TEÒRICA	2
1. QUÈ ÉS CÓRRER?.....	2
1.1. Història de córrer i l'atletisme.....	2
2. EXPLICACIÓ TEÒRICA DE LA CURSA A PEU, TÈCNICA DE CARRERA.....	4
2.1. Forces que intervenen.....	4
2.1.1. Forces Internes.....	4
2.1.2. Forces Externes.....	4
2.2. Fases de la carrera.....	5
2.2.1. Fase de recolzament.....	5
2.2.1.1. Amortiment.....	5
2.2.1.2. Suport.....	8
2.2.1.3. Impulsió.....	9
2.2.2. Fase de vol.....	11
3. PARÀMETRES DE LA CARRERA.....	11
4. L'ACCIÓ DE LA CAMA LLIURE.....	14
5. EL CAP I EL TRONC.....	16
5.1. L'acció dels braços.....	17
5.2. LA TÈCNICA DE CARRERA EN LES PROVES DE MIG-FONS I FONS.....	17
6. DIFERÈNCIES ENTRE LA CURSA DE VELOCITAT I LA DE FONS.....	19
7. OBSERVACIÓ DE LA TÈCNICA DE CARRERA.....	20
8. DESCRIPCIÓ TÈCNICA DE CARRERA.....	21
9. ELS TRES PILARS DE LA TÈCNICA DE CARRERA.....	22
10. EXERCICIS PER A CÓRRER BÉ/ CORREGIR TÈCNICA.....	25
10.1. Equilibri postural.....	25

10.2. Importància d'ensenyar a córrer bé des de petits.....	26
10.3. Millores per a la carrera.....	26
10.4. Errors més comuns.....	26
11. Exercicis per a la millora de la tècnica de carrera.....	27
12. RECOLZAMENT DE TALÓ.....	27
12.1. Efectes d'impactar de taló.....	28
13. RECOLZAMENT DE METATARS.....	29
13.1. Efectes d'impactar amb el metatars.....	29
PART PRÀCTICA.....	30
14. ESTUDI DE CAMP.....	30
14.1. Com trobar la tècnica de carrera més eficient?.....	30
14.2. Quins tipus d'atletes analitzarem?.....	31
14.3. Com analitzarem la tècnica de carrera?.....	32
15. ANÀLISIS DELS ATLETES.....	33
15.1. Grup 1.....	33
15.2. Grup 2.....	41
15.3. Com és la tècnica de carrera en els més joves?.....	48
CONCLUSIONS.....	50
FONTS DOCUMENTADES.....	51

INTRODUCCIÓ

L'elecció d'aquest tema per a fer el treball de recerca ha sigut la inquietud per a resoldre la pregunta de si es pot demostrar que la petjada de taló, és menys eficient que la penjada de metatars amb valors numèrics.

La idea principal d'aquest treball era gravar als atletes amb ordre d'arribada a meta i més tard fer un recompte de quins atletes talonaven i quins atletes no ho feien, però aquesta idea va ser substituïda i es va decidir analitzar a atletes que anessin a una mateixa velocitat, dels quals un d'ells ha de talonar i l'altre no ho ha de fer, i amb això fer l'anàlisi amb el programa "kinovea" per a poder determinar si la hipòtesi inicial és encertada o incorrecta, i així determinar quin és el tipus de petjada més eficient. La hipòtesi inicial defensa que la petjada en la qual, el taló és el primer a entrar amb contacte amb el terra és menys eficient i perjudicial per a un corredor, i que la seva contrapart, la petjada en la qual el metatars és el primer a entrar amb contacte amb el terra és més eficient i menys perjudicial per al cos i les articulacions del corredor.

Aquesta hipòtesi ha sigut corroborada gràcies a l'estudi realitzat en la part pràctica d'aquest treball, analitzant els atletes i obtenint valors numèrics que ho demostren, i amb la part teòrica afirmant que l'entrada de metatars amb el terra és la forma més eficient i saludable per al corredor.

A més, s'ha pogut completar la part teòrica i la part pràctica amb una entrevista a un professional en l'àmbit de la biomecànica i l'estudi de la tècnica de carrera, per a descobrir si es compleix la hipòtesi inicial. L'estructura de la memòria està repartida de manera que es pugui facilitar la comprensió de com s'ha de córrer teòricament i explicant les fases i subfases, les forces que intervenen i les diferències entre la petjada de taló i la petjada de metatars.

PART TEÒRICA

1. QUÈ ÉS CÓRRER?

Es podria dir que córrer és tan antic com la humanitat, ja que des de la prehistòria, els humans corrien de manera natural, sigui per a caçar i sobreviure o per escapar dels perills gràcies a l'instint. També pot servir de manera intuïtiva per a desplaçar-se.

Córrer és una activitat que es pot considerar senzilla, però per aconseguir registres d'alt nivell caldrà una activitat mecànicament molt complexa, i amb molta dificultat.

1.1. Història de córrer i l'atletisme

L'origen de la competitivitat en la carrera es remunta a la Grècia clàssica (510 aC - 323 aC) on es disputaven competicions de diferents disciplines, algunes d'elles han evolucionat i s'han conservat al llarg de la història.

-“Stadion”: carrera de velocitat en la qual la distància era la longitud de l'estadi, d'on li ve el nom, i que variava d'una ciutat a una altra (a Olimpia 192.27 m, a Epidaure 181.30 m, a Delfos 177.05 m, a Pèrgam 210 m). L'esforç dels atletes era elevat, ja que la pista era de sorra i corrien descalços. Va ser l'única prova esportiva durant les primeres tretze olimpíades de l'antiguitat (des del 776 aC) i es va mantenir durant les seves 293 edicions fins a l'any 393 dC quan l'emperador Teodosi els va prohibir.

- “Diaulos”: carrera de dos estadis (384,54 m), anada i tornada, sent l'arribada al mateix punt de sortida. Es va disputar per primera vegada en els XIV Jocs Olímpics.

- “Dolikhos”: cursa de resistència que originàriament constava de vuit estadis (1538 m), però en jocs successius es va anar allargant a deu, dotze i, finalment, a vint estadis (4614 m). Va ser introduïda en els XV Jocs Olímpics per fomentar la vocació dels heralds, funcionaris que transmetien les notícies entre ciutats a més d'encarregar-se de mesurar el nombre de passos

entre elles. Era una prova tan exigent que li va costar la vida a un dels seus campions, l'atleta d'Esparta Ladas (LXXX JO, 460 aC).

- "Hoplitodromos": carrera d'armes, la distància era el diaulos i on els participants corrien amb casc, escut i canyelleres (aquestes últimes eren molt molestes pel que van ser suprimides després d'unes quantes edicions). Es va disputar des dels LXV Jocs i se celebrava l'últim dia de competició per advertir que la treva arribava a la seva fi.

La primera vegada en la història que s'enregistren les primeres proves de la seva pràctica daten del paleolític inferior (6000-5500 aC), quan apareixen les primeres **pintures rupestres** que ens desvetllen la rivalitat d'atletes; tot i això, a Egipte en el segle XV aC es troben unes escriptures molt precises d'una carrera a peu en la tomba d'Amenhotep II.

Amb els Jocs Olímpics, l'any 776 aC es donen els primers esdeveniments esportius organitzats en els quals podem trobar algunes disciplines atlètiques.

La primera a ser disputada va ser la carrera de l'estadi de 197,27 metres, que equival als 200 peus d'Hèracles. Més tard es van instaurar altres proves, com carreres amb armes, proves de lluita, carreres eqüestres i al 708 aC, el pentatló, que inclou diferents proves que s'han mantingut i han evolucionat al llarg de la història (que incloïa el salt de longitud, el llançament de javelina i disc, la lluita i la carrera de l'estadi.)

L'atletisme va desaparèixer dels jocs olímpics perquè les proves anaven evolucionant a un caràcter més bèl·lic, posant en risc vides humanes amb la finalitat d'aconseguir més interès en la competició.

Finalment, entre els segles XVIII i XIX, a la Gran Bretanya, es va produir el renaixement de l'atletisme.

2. EXPLICACIÓ TEÒRICA DE LA CURSA A PEU, TÈCNICA DE CARRERA

El cos humà és molt poc eficient i eficaç a l'hora de córrer, ja que ha d'intervenir el 47% de la massa del cos; les cames i braços roten i creen moments d'inèrcia, exigeixen una gran força muscular per desenvolupar la gran varietat de moviments de les palanques òssies que es donen a la carrera.

Qualsevol moviment es produeix per una interacció de forces, la cursa igual que la resta de desplaçaments no escapa a aquesta combinació de forces que poden ser de 2 tipus:

2.1. Forces que intervenen

2.1.1. Forces Internes

- - Forces afavoridores del desplaçament:
 - Contracció de músculs agonistes.
 - Forces reactives (elàstiques i / o reflexes) de músculs i tendons. Els mamífers superiors (inclòs l'home) part de l'energia necessària per a la carrera l'aconsegueixen per transformació de l'energia elàstica que són capaços d'emmagatzemar gràcies a les característiques que posseeix l'estructura múscul-tendinosa.
- - Forces que perjudiquen el desplaçament:
 - Contracció de músculs antagonistes.
 - Fricció de músculs, tendons ...
 - Viscositat muscular (en funció de la temperatura).

2.1.2. Forces Externes

- Forces afavoridores del desplaçament:
 - Força de reacció del terra.
 - Vent a favor. Una velocitat del vent de +1 m / s representa una millora d'uns 0,07 segons.
- Forces que perjudiquen el desplaçament:

- Vent en contra.
- Fricció i deformació del terra.
- Força de la gravetat. Tot i que cada 1.000 metres d'altitud suposen aproximadament un avantatge de 0,03 segons.

2.2. Fases de la carrera

La carrera es pot definir com un exercici cíclic de desplaçament on l'atleta busca velocitat i/o economia, passant successivament per fases de recolzament monopodal i fases de vol.

- Fase de recolzament: és la fase en què es realitza l'acció efectiva de translació
- Fases de vol: L'existència d'aquesta fase és la que distingeix la cursa de la marxa. Encara que és més passiva que l'altra fase, està regida per les lleis de la balística i l'aerodinàmica. En aquesta fase generalment el centre de massa (CM) de l'atleta perd velocitat.

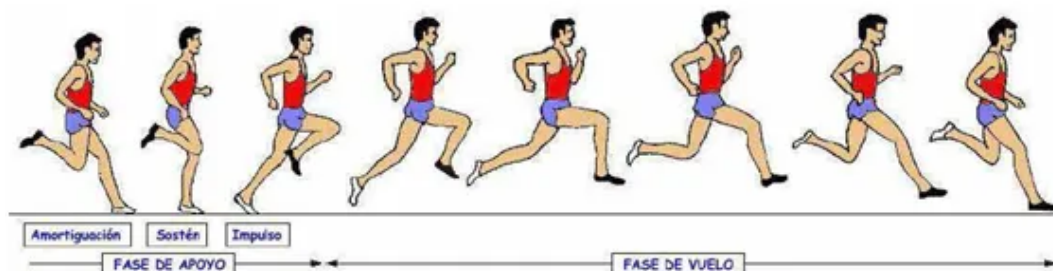


Fig 1. Fases de la carrera. Font: Las fases de la carrera: así es como corres con la tecnica de carrera, copyright Jesus Aguilar Lopez. <https://nocorrasvuela.com/fases-de-la-carrera/>

2.2.1. Fase de recolzament

Es divideix en tres subfases:

2.2.1.1. Amortiment

Es produeix del moment en el qual el peu de la cama lliure pren contacte amb el terra, per davant de la projecció del centre de masses/gravetat de l'atleta, fins que el maluc el centre de masses se situa a sobre del suport.

El contacte amb el terra s'ha de produir de metatars. A mesura que el centre de masses es desplaça cap endavant, consegüent de la quantitat de moviment adquirida en l'impuls anterior, el peu es dirigeix cap a l'interior mentre que el taló es va aproximant a terra.



Fig 2. Fase d'amortiment. Font: WWW.Tècnica de carrera velocistas vs fondistas, copyright José Enrique Quiroja Díaz. <https://www.sporttraining.es/2022/01/27/articulo-tecnica-de-carrera-velocistas-vs-fondistas/>

En proves de fons (en maratons, cros, 10.000 m...) es pot considerar vàlida una presa de contacte de taló, tot i que no sigui la més eficient.

L'amortiment s'ha caracteritzat tradicionalment, per ser una fase negativa en què el centre de masses perd velocitat, ja que en produir-se el recolzament per davant del maluc, una de les components de força està orientada en sentit contrari al desplaçament.

¹“La subfase d'amortiguació pot definir també com el període de temps durant el qual el CM de l'atleta descendeix cap a terra. (J. Piasenta). Aquest punt de vista no coincideix amb el concepte clàssic ja que, en alguns atletes, el moment de reorientació del CM no coincideix amb el pas del maluc per sobre del recolzament: pot donar-se abans (atleta expert) o després del pas per la vertical (principiants). De totes formes, aquesta és la raó de ser de la subfase d'amortiguació, encara que donats els aspectes negatius que comporta, s'ha de procurar que sigui el més breu possible.”

¹ Tècnica de carrera

Aquest acció es pot disminuir de dues maneres diferents:

1. Situant el punt de contacte del peu amb el terra proper a la projecció vertical del maluc.
2. Tot procurant que la velocitat segmentària del peu en arribar a terra tingui una velocitat horitzontal, si no negativa, cosa gairebé impossible si exceptuem els primers recolzaments de carrera, si relativament menor a la que posseeix el centre de masses corporal. Això exigeix un major part muscular dels flexors del genoll i extensors del maluc amb el qual la despesa energètica de la cursa s'incrementa, sent només recomanable en carreres de curta durada. D'això en diem acció d'"urpada" o "zarpazo" en castellà, o tracció

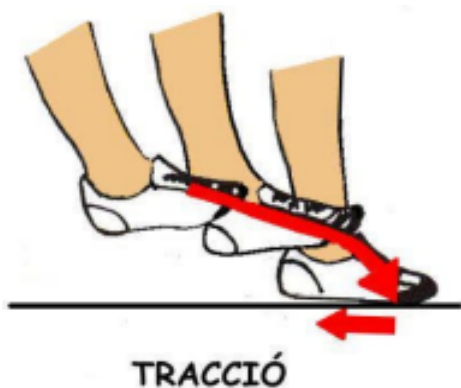


Fig 3. Tracció. Font: www.Tècnica de carrera.https://fcatlisme.cat/wp-content/uploads/2011/02/TECNICA_CARRERA_2011.pdf

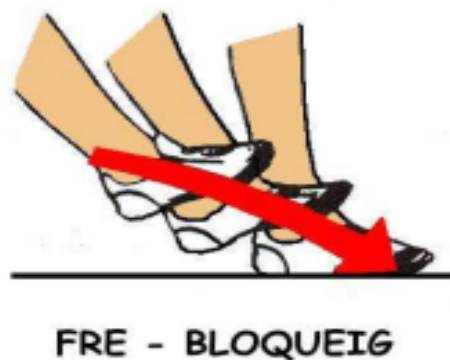


Fig 4. Bloqueig. Font: www.Tècnica de carrera.https://fcatlisme.cat/wp-content/uploads/2011/02/TECNICA_CARRERA_2011.pdf

Al marge de tot l'anterior, poden existir tres possibilitats segons com es recolza el peu en relació amb el genoll

- recolzament per davant del genoll:

Es pot observar amb gambades “de tracció” o “d’urpada”, comentades anteriorment amb l’objectiu de reduir el temps d’amortiment. L’utilitzen corredors potents capaços de reaccionar contra la força negativa provocada per l’allunyament del recolzament amb relació al centre de masses. Sovint s’observa en proves de velocitat i en proves d’impuls de salt. També és dona en proves de fons quan el contacte es fa de taló i la durada del recolzament és més gran. L’objectiu d’aquest tipus de gambada és el d’aconseguir una major amplitud de la mateixa sense que la paràbola de vol del centre de masses sigui tan elevada (major economia).

- recolzament vertical al genoll:

El maluc passa més fàcilment cap endavant escurçant la fase d’amortiment. És la forma més habitual de recolzament i s’utilitza tant en les proves de velocitat com de mig fons i salt.

- recolzament per darrere de la vertical del genoll:

Acció de pistó. Actitud que s’associa a les proves de gran fons, però en la qual es dona una gran pèrdua d’amplitud de gambada. L’estat de desequilibri que engendra aquesta posició fa que el mecanisme natural es vegi compromès. Es dona de manera eficaç en les fases d’acceleració, que correspon generalment als primer recolzaments de les proves de velocitat.

2.2.1.2. Suport

Correspon al moment en què el centre de masses del corredor se situa en la vertical de recolzament. A l’anàlisi tradicional, la força que s’exerceix en la subfase de suport equilibra perfectament la força exercida per a gravetat sobre el centre de masses.

Es defineix com una fase neutra, ja que no hi ha cap possibilitat de produir una acceleració horitzontal (tota la força que es pot aplicar només s'utilitza per a sostenir el centre de masses). La subfase de suport és un moment molt breu i com més alta sigui la velocitat de carrera, més curta serà aquesta subfase), l'observació d'aquesta serveix per a determinar, principalment, l'eficàcia de l'avanç del maluc.

2.2.1.3. Impulsió

L'impuls comença quan el centre de masses se situa per davant del recolzament i finalitza amb la pèrdua de contacte del peu amb el terra.

Es caracteritza per una extensió de totes les articulacions, observant al final d'aquesta subfase, a màxima extensió de la cama de recolzament, però sense arribar a bloquejar el genoll, i la màxima obertura tant entre les cames com entre els braços, aquesta posició és coneguda amb el nom de "tàndem de carrera"²

Des d'un punt de vista menys analític, podem definir aquesta subfase com el moment en el qual, el centre de masses remunta i recupera velocitat, i com ja s'ha mencionat anteriorment es pot concebre com una acció que comença fins i tot abans que el centre de masses es situï sobre del recolzament. Es pot definir com "el sector d'impulsió eficaç"

El treball es produeix per una contracció concèntrica de flexors plantar, soli, bessons, quàdriceps i una contracció isomètrica de bíceps, semitendinós i semimembranós.

En la impulsió el recolzament del peu s'acaba per la part interna, sent el dit gros l'últim a perdre el contacte, o el dit petit, depenent de si el corredor és "supinador o "pronador". A aquesta superfície l'anomenem arc d'impuls".

² A més velocitat durant el moment de la carrera, més elevat estarà el maluc de la cama davantera i, per tant, formarà un major angle entre els dos malucs.

- Un corredor supinador és aquest que el pes se sosté sobre el lateral del peu en el moment de recolzar el peu. L'impacte del peu amb el terra provoca una vibració que afecta sobretot la part superior de les cames. Els corredors supinadors són més propensos a patir lesions i fractures a causa del seu impacte de petjada.
- Un corredor pronador és aquest que el pes se sosté a la cara interna del peu, provocant un contacte amb la superfície i l'interior de la sabata, en comptes d'amb la part central del metatars. Això pot derivar a un desequilibri provocant que el peu roti cap a l'interior per a recuperar l'estabilitat. Mentre aquesta petjada no sigui excessiva no tendirà a cap lesió, si no s'ha de corregir.
- També cal dir que existeix un tipus de petjada que és la neutre, aquesta petjada és la ideal, les cames realitzen un moviment de forma recta, per la qual cosa les lesions es veuen molt reduïdes.



Fig 5. Tipus de petjada. Font: www.losdiferentestiposdepisadaenelrunning.com
<https://fisiohm.com/los-diferentes-tipos-pisada-running/>

És l'única subfase en què es dona una acceleració positiva i, per tant, de la qualitat de la impulsió en la fase.

Resulta fonamental una bona col·locació del maluc, principalment mitjançant el treball dels abdominals, perquè el centre de masses estigui en situació òptima pel que fa al recolzament per una perfecta acceleració.

2.2.2. Fase de vol

És la fase més passiva de la cursa. La seva durada depèn de la velocitat de desplaçament, sent curta en les proves explosives, es va allargant en les proves de 200, 400 i mig fons (1.500 m) i, posteriorment, torna a abreujar-se a causa d'una necessitat imperiosa d'economia en la gambada (la durada de la gambada no té per què estar relacionada amb l'amplitud).

La Fase de Vol comença amb l'enlairament de la cama d'impuls i acaba amb el recolzament del peu de la cama lliure.

Des del punt de vista mecànic, la carrera està subjecta a les lleis físiques del tir parabòlic (balística), i per tant durant el vol, en estar l'atleta privat de recolzament, no pot ni accelerar ni alentir el seu desplaçament. El C.M. descriu una trajectòria que no pot modificar.

Aquesta trajectòria parabòlica depèn fonamentalment de:

- L'aplicació sobre el C.M. d'acceleracions produïdes per forces exercides durant la fase de recolzament.
- La col·locació segmentària: alineament peu - maluc - espatlla, braços i cama lliure.

Com més gran sigui l'altura de la paràbola, major serà el temps de suspensió, però també serà major l'amplitud, per això la consecució d'una amplitud òptima dependrà del tipus de prova i de les característiques de cada atleta.

3. PARÀMETRES DE LA CARRERA

La velocitat és el producte de l'amplitud i de freqüència de les gambades

$$V = A \times Fc.$$

L'amplitud: L'amplitud de gambada en l'atletisme, es defineix com la distància entre el punt d'enlairament d'un peu fins al punt d'aterratge de l'altre peu. En l'estudi de la marxa humana, s'anomena gambada a un cicle complet, és a dir, des de l'enlairament d'un peu fins a l'aterratge del mateix peu; aquest model no se sol utilitzar per als entrenadors en l'anàlisi de la cursa.

L'amplitud és la suma de tres tipus de distàncies diferents:

- **Distància d'enlairament:** És la distància horitzontal recorreguda pel centre de masses des de la punta del peu d'impuls fins a la projecció d'aquest, en el moment en què el peu abandona la superfície del terra.
- **Distància de vol:** És la distància horitzontal recorreguda pel centre de masses durant el temps en el qual el corredor està a l'aire.
- **Distància d'aterratge:** És la distància horitzontal que hi ha entre la projecció del centre de masses i el peu que contacta amb el terra per davant.

Durant la fase de recolzament al centre de masses segueix desplaçant-se, sent més gran el seu recorregut horitzontal com més ràpid es desplaça, sempre que el temps de contacte no variï.

La Freqüència: per freqüència de gambades, entenem el nombre de gambades realitzat en un temps determinat. En l'estudi de la cursa, la freqüència normalment s'expressa pel nombre de gambades realitzades per una unitat de temps definida, com per exemple **gambades / segon**. Com que la carrera és un moviment cíclic, podem igualment definir la

freqüència en cicles per segon o en una altra unitat de temps, i també, en hertz, que ve a ser el mateix.

Fent una anàlisi més detallada, es pot calcular el temps necessari per realitzar una sola gambada, i fins i tot aquest temps podem dividir-lo en:

- Temps de contacte: És el temps en el qual el corredor realitza les seves fases d'amortiment, suport i impulsió (anteriorment mencionades en el punt 2.1). El temps de recolzament, disminueix a mesura que augmenta la velocitat de desplaçament, fins a un límit que dependrà de les característiques neuromusculars de l'atleta.

En les proves de velocitat la seva durada sol ser entre les 80/110 mil·lèsimes, les de mig fons entre 120/160 i a les proves de fons entre 180/200 mil·lèsimes.

- Temps de vol: El temps de vol, augmenta quan ho fa la velocitat per a escurçar-se lleugerament quan l'atleta prova d'aconseguir la seva velocitat màxima.

La durada de les fases de vol pot anar des de les 110/140 mil·lèsimes en proves de velocitat, 140/150 en les proves de mig fons i 130/150 mil·lèsimes en proves de fons.

La freqüència de carrera serà més gran com menor sigui la suma del temps de vol i el temps de suport en què dura una gambada, tenint en compte que es podran realitzar més gambades en un temps determinat.

Ja que la durada d'aquestes fases varia en funció de la velocitat de carrera i també en funció de l'economia de carrera. Es pot dividir el temps de vol amb el temps de contacte. Aquest resultat és un índex que Kutnesov anomena "**Indicador de l'activitat de carrera**" (**IARS**) que es pot fer servir per a avaluar la tècnica utilitzada per un atleta.

INDICADOR DE L'ACTIVITAT DE CARRERA (IARS)	
VELOCITAT	1,5 - 1,2
MIG-FONS	1,2 - 1,0
FONS	0,90 - 0,75

4. L'ACCIÓ DE LA CAMA LLIURE

Aquesta acció està molt lligada a l'acció de la cama de suport. De la seva acció dependrà que l'impuls sigui més o menys efectiu, per tant, és important la coordinació de les cames.

Per a estudiar aquesta acció, se separa en dues parts.

- Treball en pla posterior (per darrere del maluc)
- Treball en pla anterior (per davant del maluc)

Es pot observar a la figura 6:

Dalt: *Valeriy Borzov* (fig de dalt).

Valeri Borzov és un atleta soviètic, ja retirat, guanyador de cinc medalles olímpiques.

Baix: *Florence Griffiht-Joyner* (fig de baix).

Florence Griffith-Joyner, nascuda com Florence Delorez Griffith, va ser una atleta nord-americana, especialista en proves de velocitat.

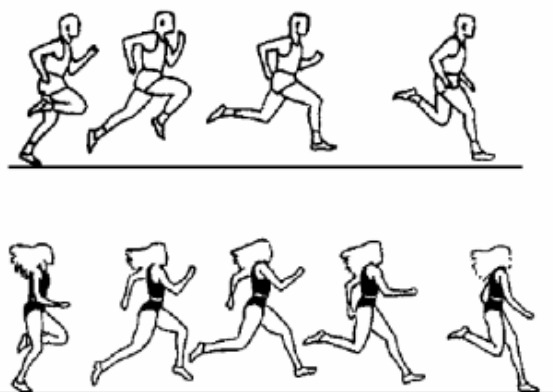


Fig 6. Dos models de tècnica de gran eficiència.
Font: www.Tècnica de carrera
https://fcatletisme.cat/wp-content/uploads/2011/02/TECNICA_CARRERA_2011.pdf

a) Treball en el Pla Posterior

Comença un cop s'acaba la impulsió. La cama, ara anomenada cama lliure, es flexiona passant el taló molt a prop del gluti amb acció circular. El treball del psoes ilíac³ afavoreix l'elevació ràpida del genoll endavant i una bona amplitud de gambada. El treball en el pla posterior es desenvolupa fins que la cama de recolzament contacta amb el terra i arriba a la fase de suport.

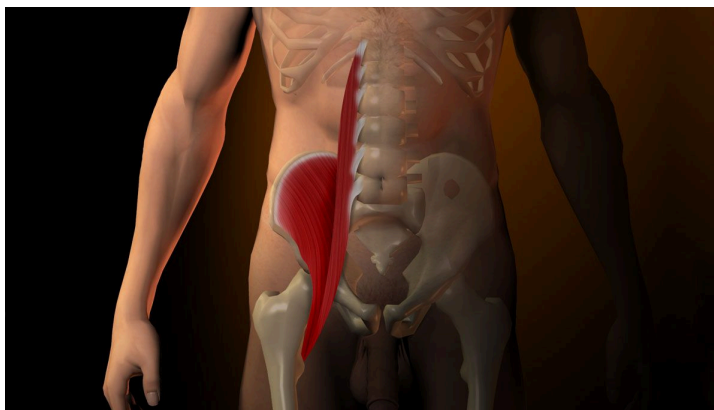


Fig 5. Psoes ilíac. Font: www.fortalezer y estirar el psoas ilíaco
https://www.sportlife.es/entrenar/fitness/fortalecer-estirar-psoas-iliaco_226400_102.html

b) Treball en el Pla Anterior

El genoll passa cap endavant i amunt. Aquest gest potencia la impulsió de la cama de recolzament perquè genera un major carrega o pressió a la superfície de manera que el rebuig també és més potent.

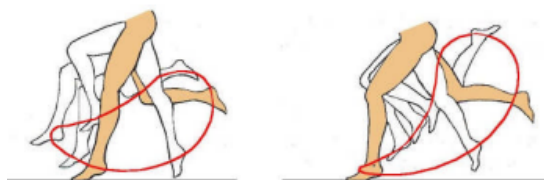


Fig 6. Ciclogrames de la carrera circular i pendular. Font: www.tècnica de carrera
https://fcatletisme.cat/wp-content/uploads/2_TECNICA_CARRERA_2011.pdf

Aquesta acció, tot i que no té cap correlació significativa entre la velocitat de carrera i l'angle d'elevació de la cuixa, afavoreix significativament l'avanç del centre de masses fent que la

³ Conjunt muscular que es troba a la cavitat abdominal i en la part anterior de la cuixa. Està involucrat en la majoria dels moviments esportius i del dia a dia.

paràbola sigui més eficaç. L'atleta ha de sentir que el genoll de la cama lliure el guia cap endavant.

Quan la cama de recolzament ja ha finalitzat la impulsió, la cama lliure prossegueix a buscar el terra. L'acció de buscar el terra per part de la cama lliure s'ha de produir de forma activa en les proves de velocitat en un moviment de dalt a baix i d'endavant cap enrere. A mesura que la prova és més llarga aquesta fase es va tonant més passiva, deixant-se ajudar més per la força de la gravetat.

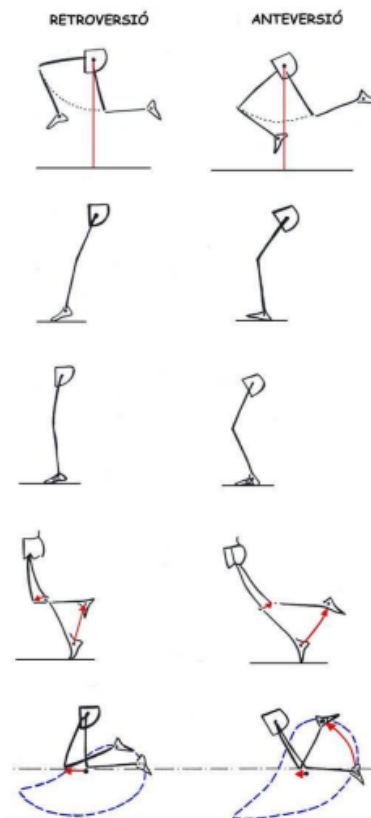


Fig 7. Recorregut de la cama lliure.

Font: www.tecnica.de.carrera

https://fcataletisme.cat/wp-content/uploads/2_TECNICA_CARRERA_2011.pdf

5. EL CAP I EL TRONC

El cap ha d'estar col·locat en prolongació del tronc i amb la tensió suficient per a mantenir la posició, evitant un excés de tensió. La tensió es pot acumular al coll i passa als braços, per la qual cosa hem de procurar que vagin relaxats incloent els músculs facials.

El tronc bàsicament ha d'estar perpendicular al terra, respectant les curvatures naturals de l'esquena, en les curses de velocitat hi ha una lleugera inclinació cap endavant més distingida i accentuada en el moment de l'acceleració.

5.1. L'acció dels braços

Hi ha d'haver una coordinació amb les cames, amb l'ajuda del seu balanceig:

- incrementar la tensió exercida sobre el terra;
- equilibrar, absorbint els moments que es produeixen per acció de les cames

En mig-fons i fons les cames exerceixen un moviment que són compensats amb la torsió de les espatlles i amb el moviment dels braços. La torsió de les espatlles compensa més aquest moviment que el moviment dels braços.

La trajectòria dels braços és paral·lela a l'eix de carrera, amb una lleugera convergència cap a l'interior per davant.

L'amplitud del moviment ha de ser bona, encara que com límits dins de la normalitat, no s'ha de sobrepassar per davant l'altura de la barbeta i per darrere que la mà no sobrepassi el maluc (encara que és freqüent veure-ho). En el primer recolzament de carrera i en les carrera més curtes, les amplituds acostumen a superar aquest límits.

L'angulació del colze pot variar entre els 80° i 120°, sent més tancada en arribar el braç endavant i més obert en el seu límit posterior. Les mans han d'anar en prolongació de l'avantbraç i preferentment amb la mà ancada, el polze recolzat sobre el dit índex i cap amunt (encara que molts velocistes d'alt nivell les porten oberta)

La relaxació de braços i de tota la part superior del cos és determinant per a l'economia d'esforç, així com per aconseguir alts nivells de velocitat.

5.2. LA TÈCNICA DE CARRERA EN LES PROVES DE MIG-FONS I FONTS

En les disciplines de l'atletisme, tot i que els atletes puguin intentar simular un mateix patró tècnic, en aquest cas de carrera, observarem el que anomenem "diferències d'estil" en la interpretació d'aquest patró. Aquestes diferències estan relacionades amb factors genètics, antropomètrics⁴ i sociològics⁵.

També cal dir, tot i que és obvi, que el que és córrer tècnicament bé per un corredor de velocitat, per exemple de 100 metres no és vàlid per a un corredor de fons, com per exemple de 5.000 m, per tant, podem observar que la forma de córrer a cada distància atlètica és diferent, atès que la durada i la velocitat a la qual es cobreixen les proves fa que la tècnica tingui objectius diferents. En el cas dels corredors de velocitat l'objectiu és l'eficàcia mecànica mentre que per al corredor de fons la prioritat és l'eficiència energètica.

El que més caracteritza la tècnica de carrera dels atletes de mig-fons i fons, principalment, és intentar adquirir la màxima economia funcional, és a dir l'"habilitat" de cobrir una distància a una velocitat determinada amb el menor cost energètic possible. Per tant, això suposa:

- Major velocitat de carrera en dirigir les forces de totes les cadenes cinètiques en la direcció i sentits correctes (eficàcia)
- Per a una mateixa aplicació de forces, menys despesa energètica (eficiència), evitant moviments o contraccions musculars supèrflues que a més de suposar un major desgast energètic afecten la velocitat

⁴ Factors que varien en cada organisme com la massa corporal, el pes corporal, l'àrea de superfície corporal i la massa corporal magra, que poden mesurar la funció cardiorespiratòria.

⁵ Es podria dir que són les condicions de vida, com l'educació, l'habitatge, la feina, etc.

Els velocistes, la velocitat de carrera incrementa sobretot en els primers segons de la cursa (anomenada d'acceleració), després d'aquesta s'arriba a la velocitat màxima i a partir d'aquí li seguirà una caiguda més o menys accentuada d'aquesta velocitat. En el cas dels corredors de mig-fons i fons el problema resulta encara més complex, ja que els objectius a aconseguir amb la seva tècnica de carrera són molt diferents, en aquestes l'atleta ha de poder:

- Córrer a velocitat constant per a disminuir tant com es pugui el cost energètic.
- Dominar la tècnica de carrera correcta per desplaçar-se amb ritmes que poden variar.
- Modificar la velocitat de carrera amb acceleracions i desacceleracions.
- Evolucionar dins d'un grup de competició.
- Realitzar un canvi de ritme, incrementant la velocitat, al final de carrera.
- Realitzar tot això quan apareix la fatiga.
-

6. DIFERÈNCIES ENTRE LA CURSA DE VELOCITAT I LA DE FONS

Les diferents tècniques depenen de la velocitat a la qual es desenvolupa la cursa i per la durada d'aquesta. Aquestes diferències són més evidents entre els velocistes i fondistes, i són les següents:

Velocitat:

- Major extensió de l'articulació del turmell.
- Menor temps de recolzament del peu amb la superfície.
- Major elevació dels genolls.
- Major amplitud horitzontal.
- Major recorregut del centre de masses durant el recolzament.
- Inclinació del tronc: fins a un màxim de 65°
- Major tensió muscular.
- Menor descens del centre de masses.
- Major amplitud del recorregut de braços.
- Espatlles menys diagonalitzades.
- Més temps de recolzament.

- En curses de llarga distància, és comú notar que molts corredors impacten amb el taló
- Menor elevació de genolls.
- Menor amplitud gestual (tàndem menys marcat).
- Tronc vertical.
- Molt poca acció de braços.
- Predomini lateral d'espatlles: els moviments de les cames es compensen amb el moviment d'espatlles en lloc del moviment de braços.
- Menys tensió muscular.
- Descens més recalcat del centre de masses.
- Angulacions més tancades en el recolzament (tendència cap a baix).

7. OBSERVACIÓ DE LA TÈCNICA DE CARRERA

La tècnica de carrera s'ha d'observar mentre és executada, ja que és l'única manera en la qual podem veure la fluïdesa dels moviments i la seva sincronia. Mitjançant una gravació de vídeo es pot obtenir molta informació sobre el patró de carrera d'un determinat atleta, i també podem comparar-lo amb el d'un altre atleta.

Durant la tècnica de carrera, es poden registrar nou cicles

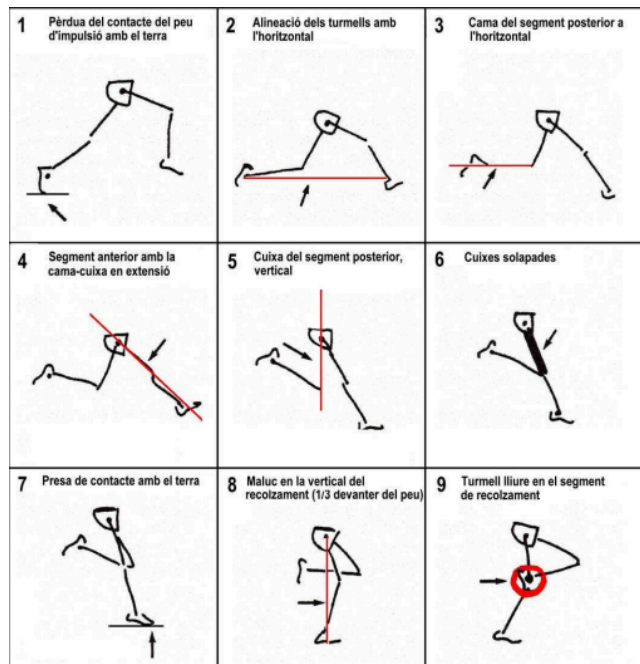


Fig 8. Instants de les cames en la cursa. Font: www.tècnica de carrera.

https://fc atletisme.cat/wp-content/uploads/2011/02/TECNICA_CARRERA_2011.pdf

Aquests instants van ser registrats per l'entrenador francès, Jacques Piasenta. Alguns d'aquests instants poden no aparèixer, com l'instant número 4, depenent de la tècnica de carrera de l'atleta registrat. Per això es pot reduir l'anàlisi a un nombre menor d'instants.

8. DESCRIPCIÓ TÈCNICA DE CARRERA

Recolzament:

- El peu pren contacte amb el metatars, seguidament el taló a l'aire, mentrestant el taló de la cama lliure busca el gluti i el maluc va cap endavant i amunt, és a dir, avança cap endavant.

Impuls:

- Extensió completa de la maluc.
- Genoll i turmeu de la cama lliure estan tan estesos com sigui possible.
- Cama lliure flexionada formant un angle de 90° i turmeu tens.

Suspensió:

- Comença quan el peu d'impuls abandona la superfície del terra. El maluc de la cama lliure ha arribat a l'altura màxima i es dirigeix cap endavant i avall. El turmell descendent busca el terra.

Tren superior:

- Braços realitzen un moviment cap endavant i enrere de forma paral·lela.
- Els colzes estan flexionats a 90°.
- El tronc està inclinat lleugerament cap endavant.

Claus per a aprendre i ensenyar a córrer:

- Errors més comuns:
 - Braços molt flexionats.
 - Recolzar el peu de taló o de puntetes.
 - El coll i espatlles rígids.
 - Extensió incompleta de cama d'impuls.
 - No elevar prou els genolls.
 - Col·locar el tronc en una angulació incorrecta.
 - Flexionar massa la cama durant la fase de recolzament.

Córrer és l'activitat amb més diversitat, ja que forma part de la majoria d'esports i que tots els éssers humans hem practicat en algun moment de manera espontània sense cap aprenentatge específic.

“ Esta concepción naturalista de la carrera en relación a su eficacia en el ámbito deportivo es parcialmente errónea y favorece que muchos atletas no lleguen a dar de sí toda su capacidad potencial al considerar que su carrera natural y espontánea es equivalente a la carrera técnicamente óptima. “⁶

⁶ Document tècnica de carrera Joan Rius

9. ELS DOS PILARS DE LA TÈCNICA DE CARRERA

A l'hora de buscar quins són els aspectes a millorar d'un atleta per a millorar el seu rendiment i eficiència a l'hora de la competició, tot i que estiguin relacionats, s'analitza metòdicament des de tres pilars:

Les estructures elàstiques del peu i de la resta de l'aparell locomotor han d'aprofitar la deformació de la fase excèntrica, com si es tractés d'una molla, alliberar l'energia acumulada a la propulsió. Si no es manté adequadament una postura dinàmica i una força tònica que compacti el tronc de cos, serà poc eficaç.

1. L'eficiència metabòlica

L'eficiència metabòlica és l'esforç que es realitza amb relació al moviment energètic eficient a un ritme determinat. Una bona tècnica que permet fer el mateix treball amb un menor moviment energètic.

Aquesta eficiència esta determinada per les característiques filològiques, com el Vo2 (consum d'oxigen), els llindars, la força..., entre altres. Que en gran part són genètiques, i de l'estat de forma, que depenen de l'entrenament on la tècnica té un paper molt important i avaluable.

Aquesta capacitat es pot avaluar al laboratori amb una prova d'esforç a una cinta de córrer. Els valors obtinguts determinaran els ritmes, els quals serviran per a planificar sessions d'entrenament i per a comparar el progrés amb altres consoles. Als entrenaments a la pista es poden fer proves de lactat, és a dir, relacionar l'esforç amb el metabolisme, però no donen tanta informació sobre l'eficiència en la forma de córrer, sabem en quin estat ens trobem fisiològicament, però no sabem si amb una modificació en la tècnica de carrera podríem anar més de pressa i amb el mateix esforç.

De diferents estudis i treballs que han fet científics i experts per a relacionar elements tècnics amb l'eficiència metabòlica, considerant que el *duty factor* és un excel·lent indicador i fàcil de

determinar, aquest s'obté de dividir el temps de contacte del peu a terra, entre temps total de contacte més el temps de vol. Com a resultat obtindrem un valor numèric, **com més petit sigui el valor del quocient, major eficàcia Metabòlica, és a dir, menys desgast energètic per a un major esforç**. Per a poder comparar aquest índex obtingut per un mateix atleta en èpoques diferents o entre diferents atletes, s'ha de fer corrent a un mateix ritme.

Per exemple, si tenim un grup d'atletes que van a un ritme de 3:30 min/km (3:30 min/km → 17,14 km/h), el *duty factor* permetrà ordenar l'eficiència metabòlica dels membres del grup. Per comparar l'eficiència d'un mateix atleta en diferents períodes de la temporada, solament tindrà sentit l'estudi si totes les valoracions es fan al mateix ritme.

$$\text{DUTY FACTOR} \rightarrow \frac{\text{temps de contacte del peu al terra}}{\text{temps total de pas (temps de contacte + temps de vol)}}$$

2. L'eficiència mecànica.

L'eficiència i la mecànica és la capacitat del múscul per a generar una energia química que es transforma en mecànica, o sigui, la tensió muscular que són capaces de generar els sarcòmers⁷ en contraure's. Aquesta depèn, a més, que els segments corporals propulsius, els peus i les cames, es puguin en la direcció de carrera i que la resta del cos realitzi les accions compensatòries adequades.

Córrer és poc eficient, ja que quan el peu contacta amb el terra ho fa per davant del centre de masses. El recolzament genera una frenada que provoca una perduda de velocitat. No només és suficient en valorar l'eficiència d'un atleta per la capacitat de generar energia, també és imprescindible valorar l'eficiència de com s'aplica. Com menys frena l'atleta al moment d'impactar, hi ha més eficiència de carrera.

⁷ Unitats funcionals més petites de la fibra muscular i cadascun conté filaments gruixuts, filaments primers, proteïnes que estableixen la posició dels filaments i proteïnes que regulen les interaccions entre els filaments primers i gruixuts.

L'eficiència mecànica s'ha de contemplar des de l'òptica del rendiment i des de la salut, valorant si la posició de les diferents parts corporals en el recolzament i durant tot el cicle de la gambada s'organitzen adequadament.

Hi ha controvèrsia en si el peu no ha de recolzar-se de taló en impactar a terra, sinó que ha d'arribar actiu i contactar el més proper a la projecció del centre de masses possible. I això es pot comprovar amb algun valor numèric que ens permetrà comparar l'eficiència de dos atletes, aquest valor és l'índex d'eficiència de l'atac (IARS), que s'obté de relacionar l'actiu que arriba el peu al terra de davant a darrere (acció de "zarpazo"), amb la major o menor distància on el peu es recolza en relació amb la projecció del centre de masses de l'atleta. D'aquesta manera, corrent a un mateix ritme, a major valor numèric, major eficiència.

$$\text{IARS} \rightarrow \frac{\text{arc d'atac (quant mes alt, més eficiència)}}{\text{angle de contacte (com mes petit millor)}}$$

En altres paraules, el primer paràmetre, per a l'arribada més o menys activa del peu a terra (l'acció de "zarpazo"), depèn de **l'arc d'atac**, que és l'arc que forma el fèmur d'ençà que el peu comença a descendir a buscar el terra fins al moment del contacte. Aquesta acció la veiem més evident en anar en patinet, com més actiu i ampli sigui el moviment de la cama quan va a buscar el terra, major serà l'impuls. L'arc d'atac s'obté de **restar dos angles que formen el fèmur de la cama quan va a buscar el terra, amb la vertical en dos moments diferents. El primer moment és quan el genoll deixa d'estendre's** (Arc d'atac 1) (que coincideix amb l'inici del descens del peu a buscar el terra). **El segon moment és quan el peu contacta amb el terra** (arc d'atac 2). La diferència entre els dos angles és l'arc que ha recorregut el fèmur durant el descens del peu en buscar el terra. A major arc d'atac més arribada del peu a terra.

Alguns atletes amb tècnica pendular, aquest arc és de 0° donat que el peu contacta amb el terra de darrere cap endavant, l'extensió del genoll acaba en el moment del contacte. Es podria dir en la majoria de casos que aquest "pèndol" està relacionat amb el recolzament de taló, el qual fa que sigui menys eficaç i potencialment amb més tendència a produir lesions

excepte en els ritmes lents sense gairebé cap elevació en la fase de vol que pot ser la forma més econòmica en les proves d'ultrafons (100 km)

El segon paràmetre és **l'angle de contacte**. En comptes de tenir com a costat de l'angle el fèmur i l'altre la vertical, s'agafa com a costat la línia que va del **trocànter** del fèmur fins al **mal·lèol del peroné**. A major angle, major distància de recolzament i major frenada, el qual frenarà a l'atleta.

Aquest sistema permet comparar la distància relativa del recolzament amb independència de la longitud de cames de l'atleta, és a dir, per exemple, recolzar 15 cm per davant del centre de masses d'un atleta que mesura 1,60, implica major frenada que 15 cm en un altre que mesuri 1,80 m, que són valors no comparables. Però aquest valor angular és independent de la talla de l'atleta.

10. EXERCICIS PER A CÓRRER BÉ/ CORREGIR TÈCNICA

10.1. Equilibri postural

Per a poder córrer correctament s'ha de tenir una bona postura, això vol dir, que a part del concepte estètic, la capacita de dominar de manera eficient totes les parts del cos quan està en moviment.

Si en elevar els genolls per a córrer, baixem el maluc, provocarà que l'esquena es corbi, es contrauen les espatlles i es descontrolen els braços, és a dir, que no portarem una bona postura.

10.2. Importància d'ensenyar a córrer bé des de petits

La tècnica natural majoritàriament no és la més adequada ni la més eficient, per tant, és molt important modificar la tècnica de carrera quan apareixen aptituds la tècnica que poden derivar a lesions en un futur. El més recomanat és intentar fer

aquesta modificació avanç del fi de la pubertat dels atletes i aquest procés pot durar, depenent dels casos, entre dos mesos i un any.

Per a modificar aquesta tècnica s'ha de trencar l'automatisme de l'atleta i això és complex i difícil. El més important és que l'atleta sigui capaç de realitzar la nova tècnica de carrera amb la finalitat d'interioritzar

les sensacions, i per a fer-ho s'introdueixen elements externs que provoquin que de manera natural l'atleta modifiqui la seva tècnica de carrera, per exemple es poden col·locar petits obstacles que forcin a l'atleta a corregir la tècnica.



Fig 9. Exercici per a millorar la tècnica de carrera.
Font: www.disfruta corriendo: juegos de running para niños.

https://www.sportlife.es/entrenar/ninos/disfruta-corriendo-juegos-de-running-para-ninos_194854_102.html

10.3. Millores per a la carrera

Per a millorar la tècnica de carrera s'ha d'optimitzar la passa, i alguns canvis que s'han de fer són: estira el pas, recolza el peu davant del centre de masses amb el metatars, allarga el vol, minimitza l'oscil·lació vertical i flexiona el genoll en impulsar cap endavant.

10.4. Errors més comuns

Error que podem trobar freqüentment amb atletes poc experimentats són: Es maximitza l'estirament de la cama de suport, no s'eleva prou els genolls, es col·loca el tronc excessivament avançat o enrederit, es mouen els braços amb trajectòria quasi lateral, el qual provoca que el maluc roti més de l'adequat, es porten els braços molt flexionats, s'acompanya el braceig amb un moviment destacat del cos, es tensa el coll i per últim, en la fase de suport es flexiona excessivament la cama

11. Exercicis per a la millora de la tècnica de carrera

Per a millorar la tècnica de carrera es poden implementar exercicis, que serveixen per a acostumar el cos sense forçar-lo que s'acostumi a córrer amb una tècnica òptima.

A continuació una llista d'alguns exercicis que es poden realitzar, tot i que es recomana fer-los amb el control i la recomanació d'un entrenador.

1. Caminar de puntetes. Cap endavant, cap a dins i cap a fora. A passos molt curts, caminar de puntetes, elevant al màxim els talons. Es fan tres variants: la primera amb la punta dels peus cap endavant, la segona amb la punta dels peus cap a fora i la tercera amb la punta dels peus cap a dins.
2. Caminar de talons. Cap endavant, cap a dins i cap a fora. A passos molt curts, caminar de talons, elevant al màxim les puntes dels peus. Es fan tres variants: la primera amb la punta dels peus cap endavant, la segona amb la punta dels peus cap a fora i la tercera amb la punta dels peus cap a dins.
3. Carrera Lateral. Braços cap endavant i cap enrere alhora, coordinats amb cada salt. Salts laterals, tocant-se els turmells al punt més alt.
4. Gambada curta elevant un sol genoll, després canviar. Coordinant bé amb el moviment de braços, portant el colze cap enrere el màxim. Es fa cada meitat del recorregut elevant una sola cama.
5. Salts curts, córrer de puntera, gairebé sense flexionar el genoll. Impulsar només amb el turmell, tirant més cap amunt que cap endavant.

12. RECOLZAMENT DE TALÓ

La majoria d'atletes amateur, amb poca experiència o amb pocs entrenaments dedicats a la tècnica de carrera corren impactant el taló i així generant un pic d'impacte molt abrupte a terra, seguit d'una fase d'amortiment extensa que implica que es posi el peu per davant del centre de masses, frenant el seu avanç i donant com a resultat un temps total de suport més prolongat, és a dir, s'allarga el temps en el qual el peu està en contacte amb el terra.

12.1. Efectes d'impactar de taló

En entrar de taló al moment de recolzar el peu durant la carrera suposa un impacte sobre la columna i les articulacions del tren inferior, i també sobre el mateix taló. El suport de

metatars, activa el mecanisme amortidor dels arcs del peu en el moment del contacte, cosa que queda invalidada quan s'impacta de taló. El recolzament del peu ha de ser amb el metatars o amb el peu pla. En les proves de mig fons i fons, s'ha d'evitar impactar amb les puntes dels dits, ja que implicaria una gran sobrecàrrega sobre les estructures del peu i els bessons. Només els velocistes experimentats impacten amb les puntes dels peus.

Impactar de taló implica una sobrecàrrega inadequada sobre les articulacions, i normalment, l'atleta desconeix fins a quin nivell de sobrecàrrega pot suportar a les seves articulacions, per això mateix, és important córrer correctament, si no, quan es comencen a detectar efectes d'una tècnica inadequada, normalment amb molèsties i dolors, la degeneració articular ja és molt avançada i pot arribar a ser irreversible.

⁸“La carga sobre los huesos del pie en el contacto inicial es generalmente el doble del peso corporal, recayendo sobre la almohadilla del talón, siendo una superficie de laboratorio y en asfalto este impacto puede llegar hasta 6 veces el peso corporal.”

Algunes lesions que poden esdevenir per l'impacte de taló és la facitis plantar, que pot aparèixer al cap de dos mesos de córrer, com al cap de cinc anys de córrer, i fins i tot casos minoritaris no apareix. Aquest recolzament també pot accelerar l'artrosi de maluc.

⁹“ Este apoyo también puede acelerar el proceso de artrosis de cadera, de manera que a los 35 años el corredor haya entrado en un proceso degenerativo propio de sujetos de 80 años.”

13. RECOLZAMENT DE METATARS

Els corredors que impacten amb el metatars la superfície del terra o impacten amb la planta del peu sencera no pateixen cap impacte inicial que sigui abrupte. L'impacte produït és més gradual i, per tant, el seu pic està en la fase de major superfície d'amortiment amb tot el centre de masses per sobre del peu.

⁸ Club Atletismo Las Tablas, Correr de metatarso, Vegeu Fonts documentades

⁹ De l'article: SPORTRAINING, Núm 109, Any 2023 juliol-agost. pàg 34 Vegeu fonts documentades

13.1. Efectes d'impactar amb el metatars

Impactar amb el metatars o amb el peu pla permet un recolzament respecte al centre de masses en el primer contacte, el qual afavoreix el manteniment de la velocitat provocant una menor cadència i sentint un impacte més breu en haver-hi menys temps de contacte i la força es realitza en menys temps.

Els corredors experiments, inclús en els moments de fatiga no impacten de taló, sinó que amb tota la planta o amb el metatars, i això permet mantenir un bon rendiment durant la cursa i disminueix significativament el nombre de lesions i el risc d'aquestes.

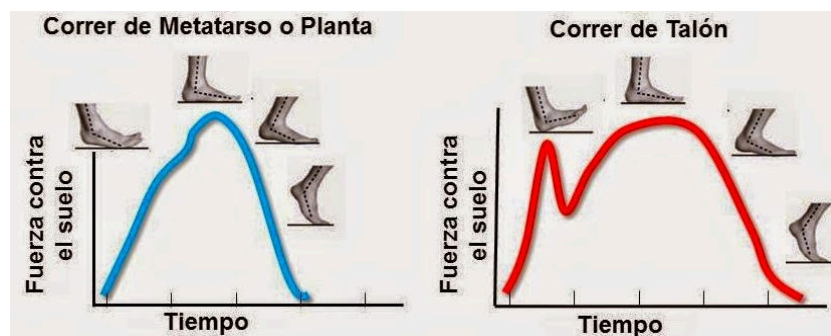


Fig 10. Gràfiques de temps de contacte de pejada de taló i de metatars o planta.
Font: www.correr de metatarso

<https://clubatletismolastablas.blogspot.com/2014/04/correr-de-metatarso.html>

PART PRÀCTICA

14. ESTUDI DE CAMP

La part pràctica d'aquest treball de recerca, consisteix en l'anàlisi de la tècnica de carrera per a esbrinar si és més eficient la tècnica de taló, o la tècnica dels corredors no talonadors. Per això, s'han gravat dos atletes en les mateixes condicions per a poder comparar les mateixes dades amb precisió.

S'han realitzat dues gravacions, una a la Cursa Popular a l'Espluga de Francolí i l'altre al Campionat del Món d'Atletisme, en concret la maratón, a Budapest, Hongria.

Amb les gravacions i amb l'ajuda del *software* "kinovea" s'ha pogut analitzar als atletes, i determinar quin dels dos tipus de petjada és la més eficient tan metabòlica com mecànicament.

El programa "kinovea" va ser recomanat durant una entrevista que es va realitzar amb el Dr. Joan Rius Sant, llicenciat en educació física, Doctorat en Antropologia Social per la URV. És entrenador nacional d'atletisme, catedràtic d'educació física en ensenyament secundari i ha sigut professor d'atletisme a INEFC durant els anys (1989-1990). Ha treballat amb la federació catalana d'atletisme i ha guanyat diferents premis per publicacions a l'àrea de l'educació física i de l'esport. Les seves principals investigacions han sigut en l'atletisme en l'entrenament de joves i prevenció de lesions.

14.1. Com trobar la tècnica de carrera més eficient?

Per a trobar la tècnica de carrera més eficient caldrà gravar un vídeo en el qual trobem:

- Dues línies o punts de referència paral·leles al terra que marquin entre 5 m i 6 m de distància (això ens caldrà per a saber calcular la velocitat a la qual corren els atletes, amb l'ajuda del programa kinovea).

- Un mòbil o càmera que pugui gravar a càmera lenta a 240 fps (fotogrames per segon) i a HD (alta definició)
- Un trípod o suport que ens permeti gravar als atletes dintre de l'àrea marcada



Fig 11. Suport per a la càmera a l'espluga. Font: Elaboració pròpia

14.2. Quins tipus d'atletes analitzarem?

Dins de cada grup, es dividirà en dos, el masculí i el femení, i dins de cadascun, es necessitaran dos atletes els quals han d'anar a la mateixa velocitat i un dels dos ha de talonar i l'altre no.

Per a trobar la manera més precisa de quina és la tècnica de carrera més eficient s'han creat dos grups:

- GRUP 1: Format per atletes professionals a nivell mundial de categoria absoluta i màster
- GRUP 2: Format per atletes populars amateur o amb un bon nivell de categoria absoluta (atletes de 23 anys fins al dia que en compleixen 35 anys) i màster/ veterans (atletes a partir de 35 anys), és a dir, atletes que participen en curses populars.

Dins de cada grup, es dividirà en dos grups, el masculí i el femení, i dintre de cada grup, necessitarem dos atletes els quals han d'anar a la mateixa velocitat i un dels atletes ha de talonar i l'altre no.

Així doncs, tindrem un total de 8 atletes per a analitzar:

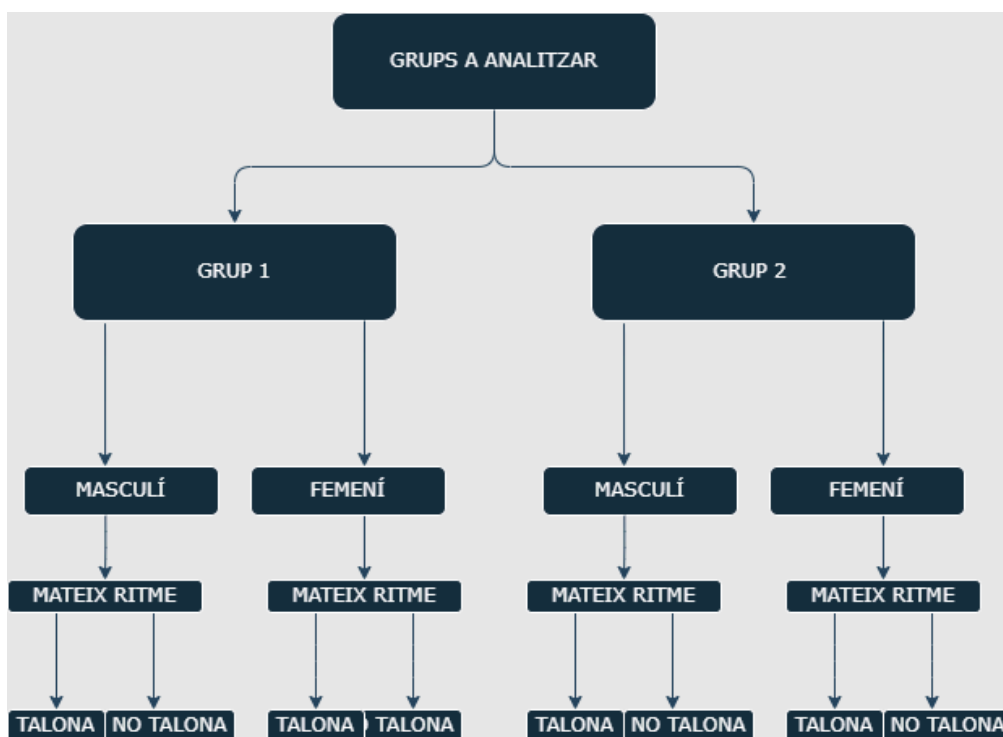


Fig 12. Esquema dels grups a analitzar. Font: Elaboració pròpia

14.3. Com analitzarem la tècnica de carrera?

Per analitzar la tècnica de carrera farem servir un Excel proporcionat pel Dr. Joan Rius, però, que s'ha adaptat per a aquest treball.

En aquest Excel tenim els següents paràmetres que s'han explicat anteriorment.

PARÀMETRES DE CURSA										
ATLETA	Freqüència	Temps de contacte	Temps de vol	Temps de pas	Duty FAC	ANG CTO	ANG AT 1	ANG AT 2	ARCO AT	IARS D

Fig 13. Paràmetres de cursa de l'Excel utilitzat. Font: Elaboració pròpia

Abans de continuar, s'ha d'advertir que aquestes mesures angulars que s'han pres en les gravacions utilitzades tenen una pressió relativa, ja que l'ideal per a fer un anàlisi com aquest seria que els atletes portessin alguna referència al pantaló marcant els punts exactes que s'han de mesurar, com per exemple, un al punt exacte del trocànter del fèmur i un altre al genoll, per així poder traçar una línia recta precisa. Un altre element a tenir en compte és la perspectiva, és a dir a la posició de l'atleta en el pla de la pantalla, l'ideal seria que els atletes estiguessin en un mateix punt, l'ideal seria en una cinta de córrer. Per a minimitzar-ho s'ha hagut de gravar de lluny i utilitzant el "zoom" al moment de l'anàlisi amb el programa "kinovea".

15. ANÀLISIS DELS ATLETES

15.1. Grup 1

- Masculí

- Talonador

Primer es calcularà el duty factor, per a obtenir el duty factor dividirem el temps de contacte entre el temps de pas, que és la suma del temps de vol amb el temps de contacte.

$$\text{Duty factor: } \frac{0.204}{(0.204+0.133)} = 0.605$$

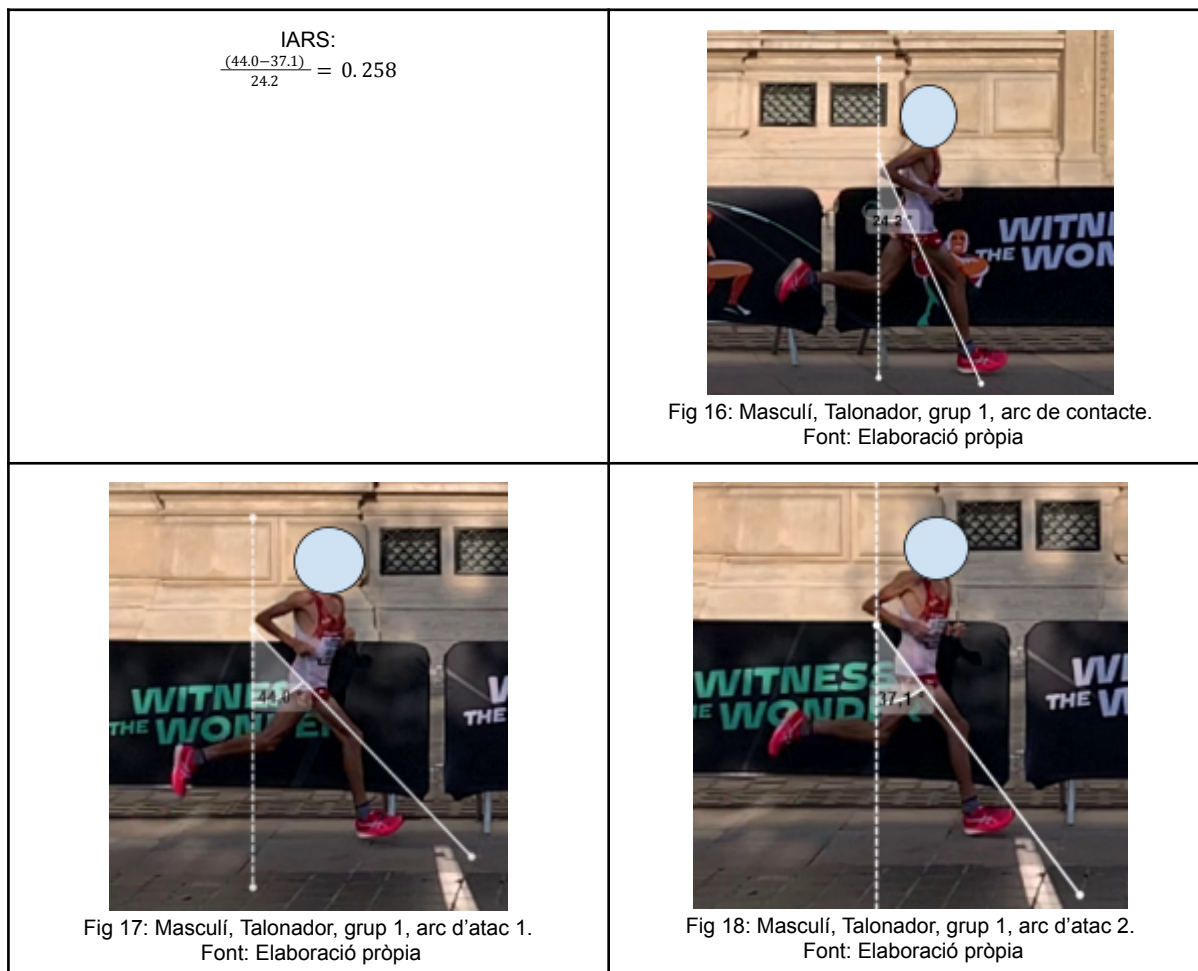


Fig 14: Masculí, Talonador, grup 1, temps de vol.
Font: Elaboració pròpia



Fig 15: Masculí, Talonador, grup 1, temps de contacte.
Font: Elaboració pròpia

En segon lloc, calcularem el IARS (índex de l'eficiència de l'atac), que recordem, s'obté de dividir l'arc d'atac entre l'angle de contacte. L'arc d'atac l'obtenim de restar l'arc que forma el genoll quan deixa d'estendre's i quan el peu contacta amb el terra. Per tant:



La freqüència de l'atleta l'obtidrem de dividir 2 entre el duty factor, per tant,

$$\frac{2}{0.605} = 3.304$$

- No talonador

Se seguirà el mateix procés que a l'atleta anterior, primer es calcularà el duty factor, després el IARS i per últim es dirà la freqüència de l'atleta.

$$\text{Duty factor: } \frac{0.187}{(0.149+0.187)} = 0.557$$



Fig 19: Masculí, No talonador, grup 1, temps de vol.
Font: Elaboració pròpia



Fig 20: Masculí, No talonador, grup 1, temps de contacte.
Font: Elaboració pròpia

IARS:

$$\frac{(45.6-36)}{20.4} = 0.471$$

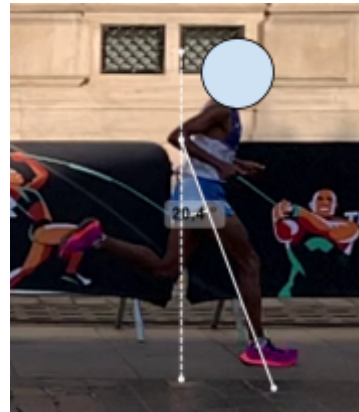


Fig 21: Masculí, No talonador, grup 1, Arc de contacte.
Font: Elaboració pròpia

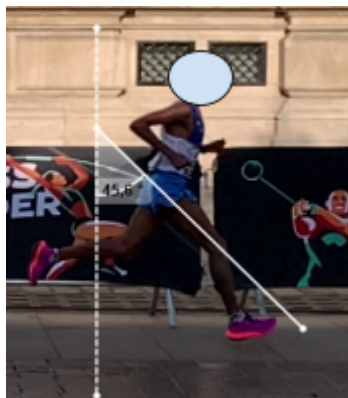


Fig 22: Masculí, No talonador, grup 1, Arc d'atac 1.
Font: Elaboració pròpia

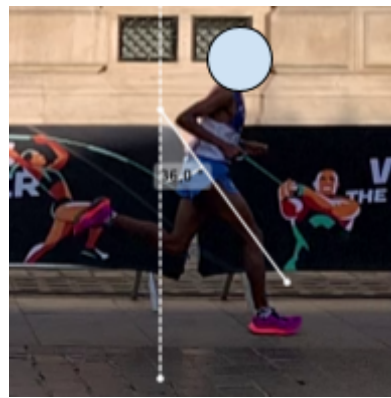


Fig 23: Masculí, No talonador, grup 1, Arc d'atac 2.
Font: Elaboració pròpia

La freqüència de l'atleta, obtinguda de dividir 2 entre el duty factor, per tant, $\frac{2}{0.557} = 3.594$

RESULTATS MASCULÍ:

Podem concloure com a resultats d'aquest anàlisi que l'atleta que no talona té uns valors numèrics que indiquen que tant la metabòlica com mecànicament, és més eficient a l'hora de córrer.

Comparació dels resultats.

	TALONADOR	NO TALONADOR
DUTY FACTOR	0.605	0.557
IARS	0.285	0.471
FREQÜÈNCIA	3.304	3.594

Es pot veure com segons els valors, l'atleta que no talona és més eficient tan metabòlica com mecànicament, i que els dos atletes van a una freqüència molt similar, ja que anaven un darrere de l'altre.

- Femení

- Talonador

Primer es calcularà el duty factor, per a obtenir el duty factor dividirem el temps de contacte entre el temps de pas, que és la suma del temps de vol amb el temps de contacte.

$$\text{Duty factor: } \frac{0.208}{(0.208+0.120)} = 0.634$$






Fig 24: Femení, Talonador, grup 1, Temps de vol.
Font: Elaboració pròpia



Fig 25: Femení, Talonador, grup 1, Temps de contacte.
Font: Elaboració pròpia

En segon lloc, calcularem el IARS (índex de l'eficiència de l'atac), que recordem, s'obté de dividir l'arc d'atac entre l'angle de contacte. L'arc d'atac l'obtenim de restar l'arc que forma el genoll quan deixa d'estendre's i quan el peu contacta amb el terra. Per tant:

<p style="text-align: center;">IARS</p> $\frac{(44.0-38)}{25.2} = 0.238$	 <p style="text-align: center;">Fig 26: Femení, Talonador, grup 1, Arc de contacte Font: Elaboració pròpia</p>
 <p style="text-align: center;">Fig 27: Femení, Talonador, grup 1, Arc d'atac 1. Font: Elaboració pròpia</p>	 <p style="text-align: center;">Fig 28: Femení, Talonador, grup 1, Arc d'atac 2. Font: Elaboració pròpia</p>

La freqüència de l'atleta l'obtidrem de dividir 2 entre el duty factor, per tant,

$$\frac{2}{0.634} = 3.154$$

- No talonador

Se seguirà el mateix procés que a l'atleta anterior, primer es calcularà el duty factor, després el IARS i per últim es dirà la freqüència de l'atleta.

$$\text{Duty factor: } \frac{0.187}{(0.187+0.154)} = 0.548$$



Fig 29: Femení, No talonador, grup 1, Temps de vol.
Font: Elaboració pròpia



Fig 30: Femení, No talonador, grup 1, Temps de contacte.
Font: Elaboració pròpia

IARS

$$\frac{(46-39.2)}{22.4} = 0.304$$

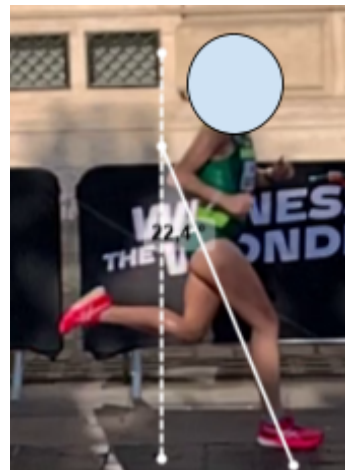


Fig 31: Femení, No talonador, grup 1, Arc de contacte.
Font: Elaboració pròpia



Fig 32: Femení, No talonador, grup 1, Arc d'atac 1.
Font: Elaboració pròpia

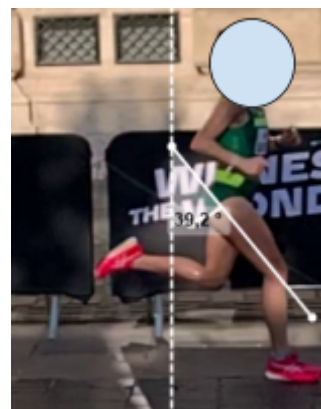


Fig 33: Femení, No talonador, grup 1, Arc d'atac 2.
Font: Elaboració pròpia

La freqüència de l'atleta l'obtidrem de dividir 2 entre el duty factor, per tant,

$$\frac{2}{0.548} = 3.647$$

RESULTATS FEMENÍ:

Podem concloure com a resultats d'aquest anàlisi que l'atleta que no talona té uns valors numèrics que indiquen que tant la metabòlica com mecànicament, és més eficient a l'hora de córrer.

Comparació dels resultats.

	TALONADOR	NO TALONADOR
DUTY FACTOR	0.634	0.548
IARS	0.238	0.304
FREQÜÈNCIA	3.154	3.647

Es pot veure com segons els valors, l'atleta que no talona és més eficient tan metabòlica com mecànicament, i que els dos atletes van a una freqüència molt similar, ja que anaven un darrere de l'altre.

Es pot veure com segons els valors, l'atleta que no talona és més eficient tan metabòlica com mecànicament, i que els dos atletes van a una freqüència molt similar, ja que anaven un darrere de l'altre.

PARÀMETRES DE CURSA										
ATLETA	Freqüència	Temps de contacte	Temps de vol	Temps de pas	Duty FAC	ANG CTO	ANG AT 1	ANG AT 2	ARCO AT	IARS D
ATLETA H1 T	3.304	0.204	0.133	0.337	0.605	24.200	44.000	37.100	6.900	0.285
ATLETA H1 NO T	3.594	0.187	0.149	0.336	0.557	20.400	45.600	36.000	9.600	0.471
ATLETA D1 T	3.154	0.208	0.120	0.328	0.634	25.200	44	38.000	6.000	0.238
ATLETA D2 NO T	3.647	0.187	0.154	0.341	0.548	22.400	46	39.200	6.800	0.304

Fig 34: Paràmetres del grup 1. Font: Elaboració pròpia

15.2. Grup 2

- Masculí

- Talonador

Primer es calcularà el duty factor, per a obtenir el duty factor dividirem el temps de contacte entre el temps de pas, que és la suma del temps de vol amb el temps de contacte.

$$\text{Duty factor: } \frac{0.23}{(0.23+0.10)} = 0.696$$



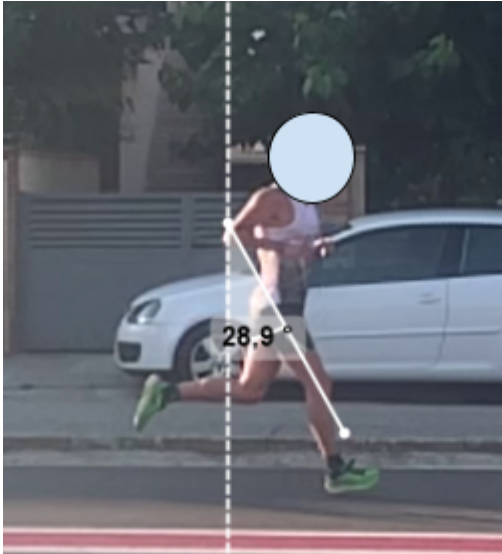


Fig 35: Masculí, Talonador, grup 2, Temps de vol.
Font: Elaboració pròpia



Fig 36: Masculí, Talonador, grup 2, Temps de contacte.
Font: Elaboració pròpia

En segon lloc, calcularem el IARS (índex de l'eficiència de l'atac), que recordem, s'obté de dividir l'arc d'atac entre l'angle de contacte. L'arc d'atac l'obtenim de restar l'arc que forma el genoll quan deixa d'estendre's i quan el peu contacta amb el terra. Per tant:

<p>IARS</p> $\frac{(33.4-28.9)}{20.1} = 0.224$	 <p>Fig 37: Masculí, Talonador, grup 2, Arc de contacte</p>
 <p>Fig 38: Masculí, Talonador, grup 2, Arc d'atac 1. Font: Elaboració pròpia</p>	 <p>Fig 39: Masculí, Talonador, grup 2, Arc d'atac 2. Font: Elaboració pròpia</p>

La freqüència de l'atleta l'obtidrem de dividir 2 entre el duty factor, per tant,

$$\frac{2}{0.622} = 3.21$$

- No talonador

Se seguirà el mateix procés que a l'atleta anterior, primer es calcularà el duty factor, després el IARS i per últim es dirà la freqüència de l'atleta.

$$\text{Duty factor: } \frac{0.216}{(0.216+0.104)} = 0.675$$

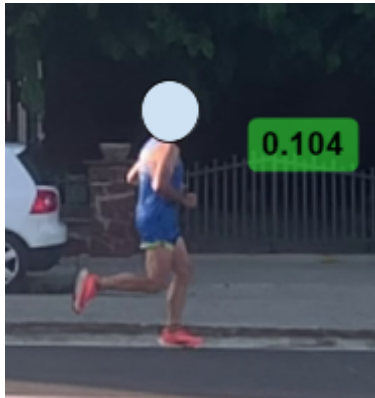


Fig 40: Masculí, No talonador, grup 2, Temps de vol.
Font: Elaboració pròpia

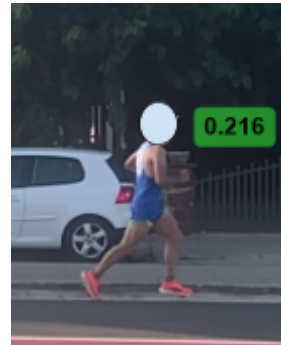


Fig 41: Masculí, No talonador, grup 2, Temps de contacte.
Font: Elaboració pròpia

IARS

$$\frac{(36.2-31.3)}{21.0} = 0.233$$

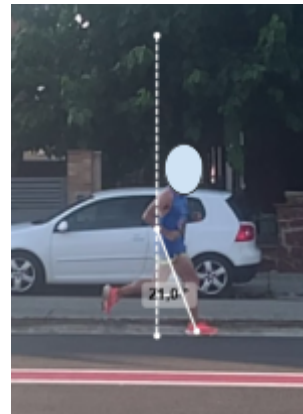


Fig 42: Masculí, No talonador, grup 2, Arc de contacte.
Font: Elaboració pròpia



Fig 43: Masculí, No talonador, grup 2, Arc d'atac 1.
Font: Elaboració pròpia



Fig 44: Masculí, No talonador, grup 2, Arc d'atac 2.
Font: Elaboració pròpia

La freqüència de l'atleta l'obtidrem de dividir 2 entre el duty factor, per tant, $\frac{2}{0.675} = 2.96$

RESULTATS MASCULÍ:

Podem concloure com a resultats d'aquest anàlisi que l'atleta que no talona té uns valors numèrics que indiquen que tant la metabòlica com mecànicament, és més eficient a l'hora de córrer.

Comparació dels resultats.

	TALONADOR	NO TALONADOR
DUTY FACTOR	0.696	0.675
IARS	0.224	0.233
FREQÜÈNCIA	3.21	2.96

Es pot observar com segons els valors, l'atleta que no talona és més eficient tan metabòlica com mecànicament, i que els dos atletes van a una freqüència molt similar, ja que anaven un darrere de l'altre.

- Femení

- Talonador

Primer es calcularà el duty factor, per a obtenir el duty factor dividirem el temps de contacte entre el temps de pas, que és la suma del temps de vol amb el temps de contacte.

$$\text{Duty factor: } \frac{0.258}{(0.258+0.083)} = 0.757$$

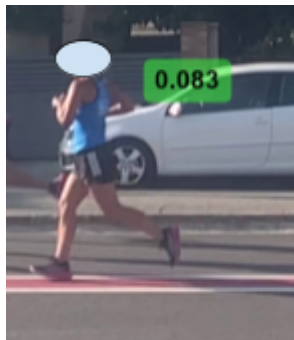


Fig 45: Femení, Talonador, grup 2, Temps de vol.
Font: Elaboració pròpia

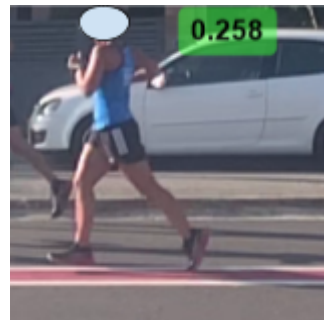


Fig 46: Femení, Talonador, grup 2, Temps de contacte.
Font: Elaboració pròpia

$$\text{IARS} \\ \frac{(35.1-31.3)}{20.2} = 0.188$$



Fig 47: Femení, Talonador, grup 2, Arc de contacte.
Font: Elaboració pròpia



Fig 48: Femení, Talonador, grup 2, Arc d'atac 1.
Font: Elaboració pròpia

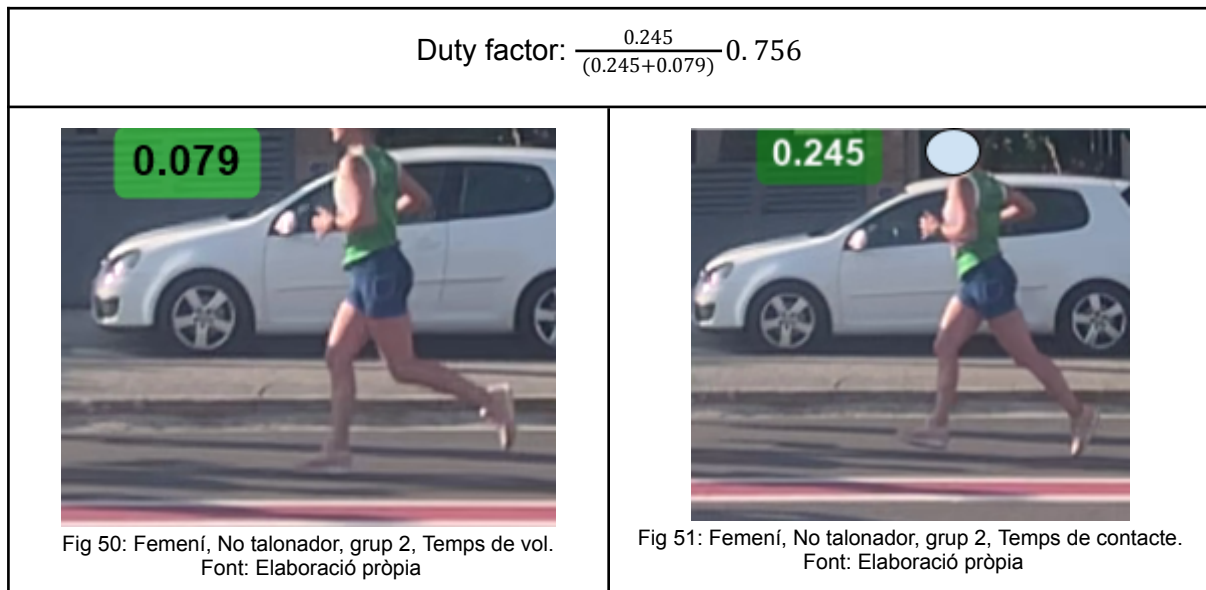


Fig 49: Femení, Talonador, grup 2, Arc d'atac 2.
Font: Elaboració pròpia

La freqüència de l'atleta l'obtidrem de dividir 2 entre el duty factor, per tant, $\frac{2}{0.757} = 2.64$

- No talonador

Se seguirà el mateix procés que a l'atleta anterior, primer es calcularà el duty factor, després el IARS i per últim es dirà la freqüència de l'atleta.





La freqüència de l'atleta l'obtidrem de dividir 2 entre el duty factor, per tant, $\frac{2}{0.759} = 2.63$

RESULTATS FEMENÍ:

Podem concloure com a resultats d'aquest anàlisi que l'atleta que no talona té uns valors numèrics que indiquen que tant la metabòlica com mecànicament, és més eficient a l'hora de córrer.

Comparació dels resultats.

	TALONADOR	NO TALONADOR
DUTY FACTOR	0.757	0.756
IARS	0.188	0.354
FREQÜÈNCIA	2,64	2,63

Es pot veure com segons els valors, l'atleta que no talona és més eficient tan metabòlica com mecànicament, i que els dos atletes van a una freqüència molt similar, ja que anaven un darrere de l'altre.

PARÀMETRES DE CURSA											
ATLETA	Freqüència	Temps de contacte	Temps de vol	Temps de pas	Duty FAC	ANG CTO	ANG AT 1	ANG AT 2	ARCO AT	IARS D	
ATLETA H2 T	3.216	0.204	0.124	0.328	0.622	20.100	33.400	28.900	4.500	0.224	
ATLETA H2 NO T	2.963	0.216	0.104	0.320	0.675	21.000	36.200	31.300	4.900	0.233	
ATLETA D2 T	2.643	0.258	0.083	0.341	0.757	20.200	35.1	31.300	3.800	0.188	
ATLETA D2 NO T	2.635	0.249	0.079	0.328	0.759	16.400	31.6	25.800	5.800	0.354	

Fig 55: Paràmetres de cursa grup 2 Font: Elaboració pròpia

15.3. Com és la tècnica de carrera en els més joves?

També es va plantejar el dubte de si els més petits, de forma natural talonen, per tant, es va gravar a alguns atletes d'entre 8 i 11 anys.

En una prova de fons:

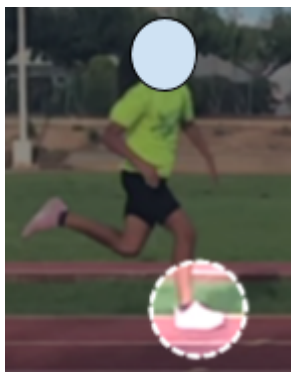


Fig 56: Femení, No Talonador.
Font: Elaboració pròpia

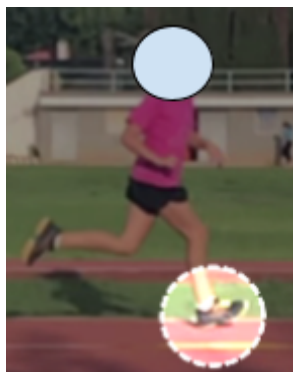


Fig 57: Femení Talonador.
Font: Elaboració pròpia

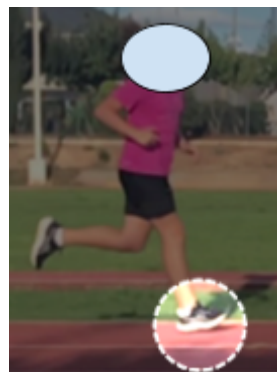


Fig 58: Femení Talonador.
Font: Elaboració pròpia

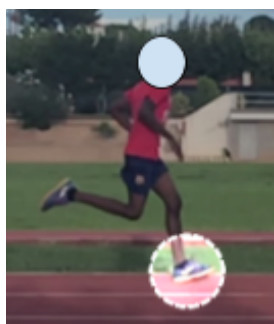


Fig 59: Masculí Talonador.
Font: Elaboració pròpia

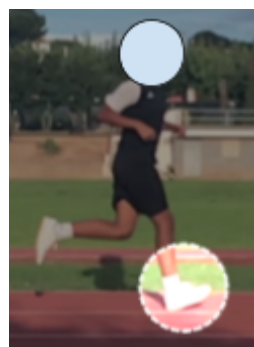


Fig 60: Masculí Talonador.

Font: Elaboració pròpia

En la prova de fons, es va poder observar que 4 de 5 atletes que es van gravar talonen.

En una prova de velocitat:

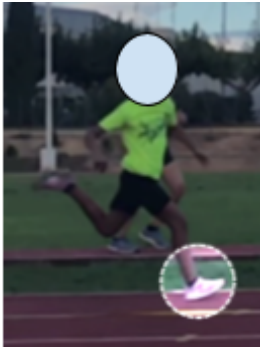


Fig 61: Femení talonador.
Font: Elaboració pròpia.

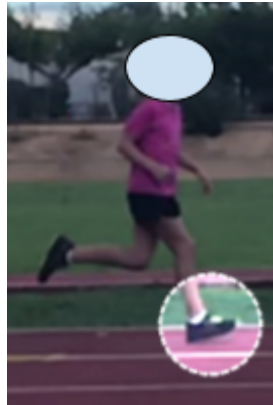


Fig 62: Femení Talonador.
Font: Elaboració pròpia

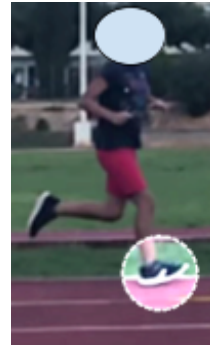


Fig 63: Femení Talonador.
Font: Elaboració pròpia

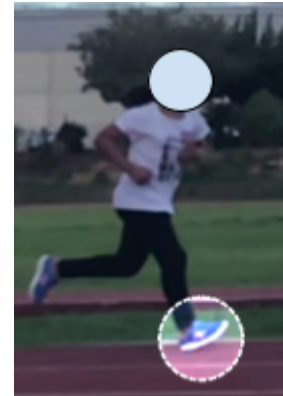


Fig 64: Femení Talonador.
Font: Elaboració pròpia

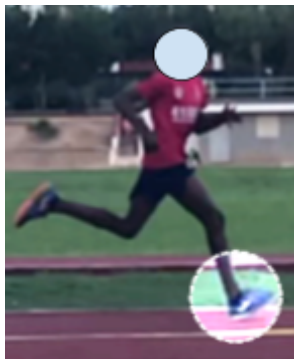


Fig 65: Masculí Talonador.
Font: Elaboració pròpia

En la prova de velocitat es va poder observar que tots els 5 atletes que es van gravar talonen, és a dir, tots talonen.

CONCLUSIONS

L'objectiu del present treball de recerca era per un costat entendre les diferències mecàniques i metabòliques dels dos tipus de petjades tractades, la petjada en la qual l'atleta entra en contacte amb el terra de taló i la seva contrapart, la petjada en la qual l'atleta entra en contacte amb el terra de metatars. Per l'altre costat, es volia demostrar de manera numèrica, i de la manera més precisa possible, que la petjada dels atletes que entren de taló (talonadors) és menys eficient que la petjada dels atletes que entren amb el metatars (no talonadors), i s'ha pogut veure de manera evident que els talonadors són menys eficients, comparats amb els no talonadors.

En primer lloc, amb la part teòrica, s'ha aconseguit entendre les diferències entre els talonadors i no talonadors, i els avantatges que té la petjada de metatars. També es volia fer consciència de la importància de millorar la tècnica de carrera, en concret, la petjada dels atletes per a poder córrer bé i el que pot implicar si es continua entrant en contacte amb el terra de taló. Es pot concloure que els atletes haurien de tenir unes sessions dedicades a la tècnica de carrera per poder millorar-la i això és encara més important amb els atletes més joves i amb poca experiència.

En segon lloc, amb l'entrevista amb el Dr. Joan Rius Sant, s'ha pogut ampliar la cerca i conèixer el mètode en el qual s'ha decidit fer la part pràctica, és a dir, amb l'anàlisi de la tècnica de carrera utilitzant el programa "kinovea".

Finalment, amb la part pràctica s'ha comprovat que hi ha menys eficiència tan metabòlica com mecànicament, en els 4 atletes que entren en contacte amb el terra de taló, respecte als no talonadors que hem analitzat i s'ha observat que una gran majoria d'atletes d'entre 8 i 11 anys talonen, el qual indica que des de petits s'ha d'ensenyar a córrer correctament per prevenir possibles lesions greus al futur.

FONTS DOCUMENTALS COMENTADES

Rius Sant, Joan. Ensenyar a correr bien.

http://www.jriustrainer.com/sites/default/files/pdf/2-Ense%C3%B1ar%20a%20correr%20bien.%20Ejercicios%20de%20t%C3%A9cnica%20de%20carrera_0.pdf (Data de consulta: 13 de setembre de 2023)

Sigue en movimiento. Certificación internacional en biomecánica deportiva

https://www.youtube.com/playlist?list=PL32sa_iVowaGok_NSUNYDVMWWhaQXKeYQg (Data de consulta: 26 de juliol de 2023)

Generalitat de catalunya. Rius Sant, Joan

<https://inefc.gencat.cat/ca/detalls/article/rius> (Data de consulta: 29 de maig de 2023)

Rius Sant, Joan. J. Rius Trainer - Joan Rius Sant

<https://www.youtube.com/@jriustrainer> (Data de consulta: 7 de juny de 2023)

Zatopek, Emil. Correr de metatarso

<https://clubatletismolastablas.blogspot.com/2014/04/correr-de-metatarso.html> (Data de consulta: 9 de setembre de 2023)

Frau, Mònica. Técnica de Carrera

<http://basketbodycheck.blogspot.com/2012/11/tecnica-de-carrera.html> (Data de consulta: 3 d'octubre de 2023)

Nazem, Farzad; Sazvar Akbar. El rol de la intervenció de la maduració biològica i els factors antropomètrics en l'índex de la reserva cardíaca en nens i adolescents.

<https://www.apunts.org/ct-el-rol-intervencio-maduracio-biologica-articulo-XX886658115462187> (Data de consulta: 22 d'octubre de 2023)

Domingo, Sánchez. Fortalezer y estirar el psoas ilíaco

<https://www.apunts.org/ct-el-rol-intervencio-maduracio-biologica-articulo-XX886658115462187> (Data de consulta: 23 d'octubre de 2023)

Rius Sant, Joan. Metodología y Técnicas de atletismo. Badalona. Editorial Paidotribo, 2005

Rius Sant, Joan. Sportraining, Revista técnica del deporte de rendimiento. 2023, Julio-agosto
Número: 109. (Data de consulta: 14 de juliol de 2023)