

## **TEMA 3**

### EL LLANÇAMENT DE DISC

1. Introducció
2. Reglamentació bàsica
3. Fonaments de rendiment
4. Descripció tècnica del llançament
5. Errors fonamentals
6. Exercicis analítics d'aprenentatge
7. Jocs aplicats
8. Bibliografia

## 1. Introducció

El llançament de disc existia en l'antiga Grècia com un esdeveniment de competició independent a l'inici, mentre que posteriorment va entrar a formar part dels cinc esdeveniments inclosos en el pentatló. Homer esmenta el llançament de disc en la seua obra *La Iliada* en dues ocasions:

a) Quan els mirmidons competeixen en llançament de disc durant un entreteniment, en el moment de l'absència d'Aquil·les de les batalles a Troia i,

b) En acabar el funeral de Pàtrocle, Aquil·les va oferir un disc fet de ferro com a premi al guanyador.

El conegut poeta líric grec Píndar, que exaltava herois grecs de diferents competicions esportives en les seues odes, va inventar la paraula *diskovolia* (disc – disc que es llança i vola, i la persona que llançava el disc es deia *diskovolos*). El discòbol de Miró (Figura 1) és la denominació convencional d'una famosa escultura grega realitzada per Miró d'Elèutera cap al 450 aC. Representa un atleta en un instant anterior al llançament del disc. No s'ha conservat l'obra original, segurament realitzada en bronze, encara que la seua forma es coneix gràcies a diverses còpies en marbre tallades en època romana. Una de les seues rèpliques es troba al Museu de les Termes de Roma.



Figura 1. Discòbol de Miró.

En els VII Jocs Olímpics de l'antiga Grècia, l'any 708 aC, la competència va incloure la disciplina de llançament de disc dins del pentatló.

El disc utilitzat pels antics grecs era una pedra plana i redona en forma de lent, amb 17-34 cm de diàmetre i 1,3-5,7 kg de pes. La grandària del disc no estava estandarditzada i depenia de la ciutat on es fabricava el disc. El pes mitjà dels discos conservats és al voltant de 2,5 kg. En el període posterior, els discos estaven fets de fusta dura i pesada, bronze i plom. El disc llavors tenia la forma d'una placa redona, plana, mentre que els moderns són aerodinàmics.

Certs autors van tractar de reconstruir la sèrie de moviments en el llançament de disc (Figura 2) després d'estudiar les imatges dels atletes que es mostren en pitxers antics, monedes o escultures i finalment presentar aquests moviments a través d'una seqüència d'imatges amb la finalitat d'explicar tan clarament com fora possible la forma en què el disc va ser llançat en l'antiga Grècia.

Alguns experts pensen que l'antiga tècnica de llançament de disc era més difícil que l'actual perquè requeria una millor coordinació, harmonització dels moviments i un bon equilibri en els llançadors antics, però malgrat la major força i energia aplicada, aquesta tècnica va tenir menys èxit que la moderna. Aquest estil de llançament es diu estil hel·lènic.

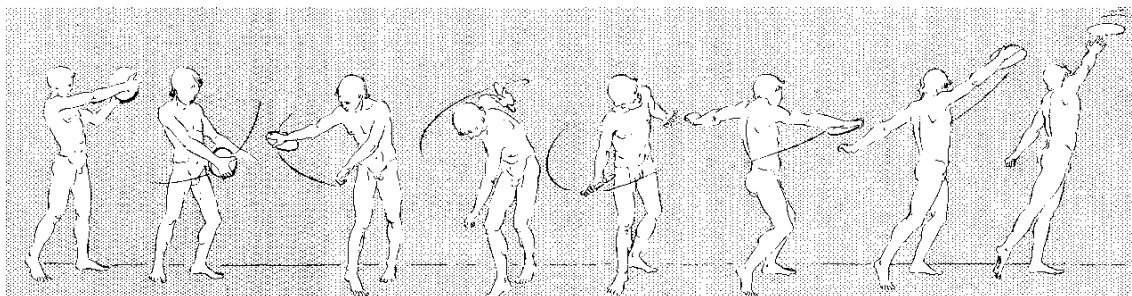


Figura 2. Reconstrucció del llançament de disc segons J. Swaddling (pres de Šiljak i col., 2014).

<sup>1</sup> Pitxer: n.m. Recipient gran de terrissa, vidre o metall, d'obertura ampla, generalment amb bec i ansa, que s'usa per a posar-hi flors o líquids o com a adornament.

Si s'ha de jutjar per escenes en pitxers<sup>1</sup>, es podria suposar que tant la pràctica com les competicions anaven acompanyades d'un joc de flauta, que suggereix que un atleta havia de llançar el disc en harmonia amb la melodia, amb la finalitat de llançar el disc tan lluny com fora possible.

Les següents referències històriques del llançament de disc apareixen a la fi del segle XIX, amb la recuperació dels jocs olímpics pel baró Pierre de Coubertin. Amb els I Jocs Olímpics de l'era moderna de 1896 a Atenes, van començar a realitzar-se els primers llançaments de disc, que es van convertir en un dels principals esdeveniments esportius en els jocs olímpics. Es tractava de realitzar el llançament d'un disc de 2 kg des de dins d'un cercle de 2,50 m de radi. El primer campió olímpic va ser Robert Garret (Figura 3), quan el dia 6 d'abril de 1896 va llançar el disc fins a 29,15 metres.



Figura 3. Robert Garret fent un llançament de disc en els primers jocs olímpics (1896).

Les dones es van unir a la competència en 1928, durant els Jocs Olímpics d'Amsterdam. En les competicions de dones s'utilitzava un disc lleugerament més menut, que pesava 1 kg i mesurava 180 mm de diàmetre.

El primer atleta modern a llançar el disc utilitzant un gir complet de tot el cos va ser l'atleta txec Frantisek Janda-Suk. Va inventar la tècnica en estudiar la posició de la famosa estàtua del discòbol. Després de només un any de desenvolupament de la tècnica, va guanyar la plata olímpica en 1900.

Tant en homes com en dones, els millors registres mundials daten de final dels anys 80 del segle XX, que seria l'època daurada en moltes disciplines atlètiques, però sobretot en els llançaments. Sobre totes les marques aconseguides en aquests anys hi ha l'ombra del "dopatge", i en l'actualitat no és tan habitual veure atletes per damunt dels 70 metres, encara que n'hi ha hagut algun. Pertànyer al primer nivell mundial es troba en la franja de 67 metres a 70 metres en totes dues categories.

## 2. Reglamentació bàsica

A continuació s'explica la reglamentació bàsica referent al llançament de disc.

### ARTICLE 187

- En totes les competicions internacionals els artefactes utilitzats han de complir les especificacions de la <sup>2</sup>International Association of Athletics Federations (IAAF). Només els artefactes que posseïsquen un certificat de producte de la IAAF vigent, poden ser utilitzats.
- Tots els artefactes són subministrats pel comitè organitzador. El/Els delegat/s tècnic/s pot/poden, de conformitat amb la normativa tècnica de cada competició, autoritzar als atletes l'ús dels seus artefactes personals o els que un fabricant proveïska, sempre que tots siguin certificats per la IAAF, controlats i marcats com a aprovats pel comitè organitzador, abans de la competició i posats a la disposició de tots els atletes. Aquests artefactes no són acceptats si el mateix model figura en la llista dels proporcionats pel comitè organitzador.
- No es pot fer cap modificació als artefactes durant la competició.

### Assistència

- El següent ha de considerar-se assistència i, per tant, no està permès:
  - (a) Lligar-se dos o més dits junts amb cinta o esparadrap. Si la cinta o l'esparadrap s'utilitza sobre mans i dits, aquest embenatge pot ser continu amb la condició que dos o més dits no s'embenen junts, de manera que no puguin moure's individualment. L'embenatge ha de mostrar-se al jutge cap abans del començament de la prova.

(b) La utilització de dispositius de qualsevol classe, inclosos pesos adherits al cos que, d'alguna manera, li proporcionen assistència durant l'execució d'un llançament.

---

<sup>2</sup> *La IAAF és l'òrgan de govern de l'atletisme a escala mundial. Entre les seues funcions té l'estandardització de mètodes per a mesurar el temps en les proves cronometrades, el manteniment i reconeixement de rècords del món d'atletisme en les seues diferents categories, i la celebració de diferents competicions, entre les quals destaca el Campionat Mundial d'Atletisme.*

(c) L'ús de guants.

(d) La polvorització o la difusió per un atleta de qualsevol substància en el cercle o a les seues sabatilles, ni fer esdevenir rugosa la superfície del cercle.

➤ El següent no ha de ser considerat assistència i, per tant, està permès:

(a) l'ús pels atletes, per a obtenir una millor agafada, d'una substància apropiada solament a les seues mans.

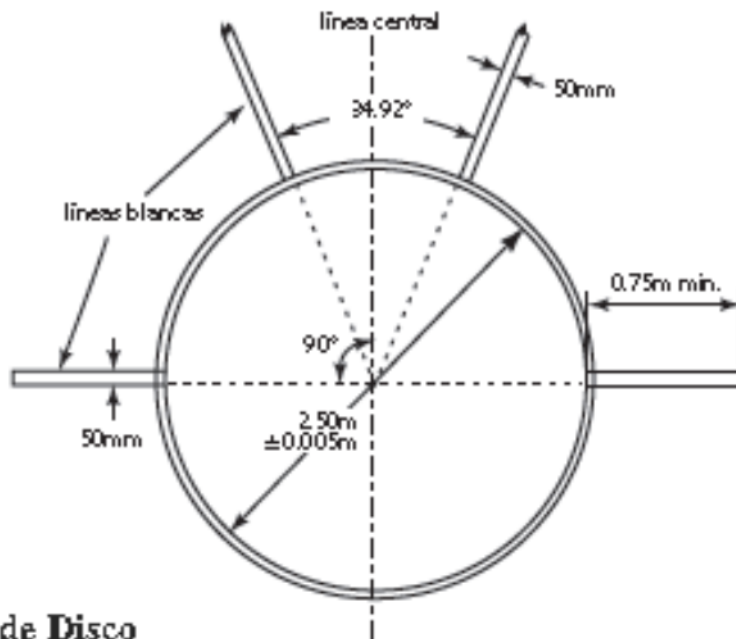
(b) la col·locació per l'atleta de guix o substància similar sobre el disc. Totes les substàncies utilitzades a les mans i als artefactes s'han de poder eliminar fàcilment de l'artefacte amb l'ajuda d'una baieta humida i no han de deixar cap classe de residu.

(c) l'ús d'esparadrap sobre les mans i els dits que no contravinga el que disposa l'article 187.4 (a).

El cercle de llançament

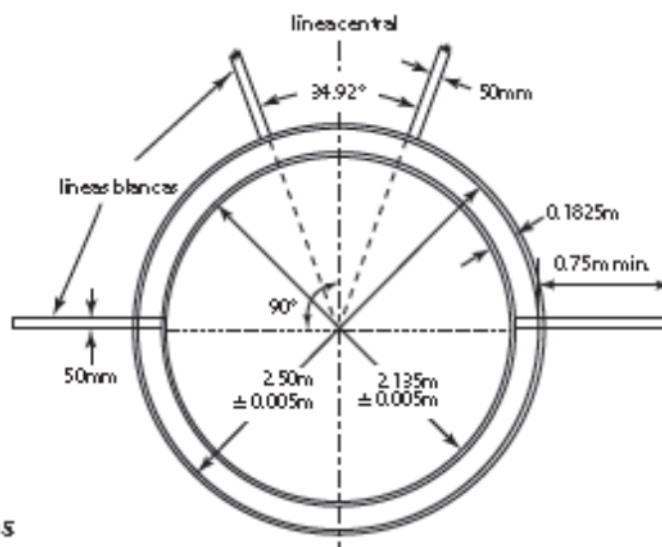
- El cercle dels cercles ha d'estar fet de platines de ferro, acer o de qualsevol altre material apropiat i la seua part superior ha d'estar al mateix nivell del terreny exterior. El terra al voltant del cercle pot ser de formigó, de material sintètic, d'asfalt, fusta o qualsevol altre material apropiat. L'interior del cercle pot estar construït de formigó, asfalt o qualsevol altre material ferm i llis, però no esvarós.
- El diàmetre interior del cercle ha de mesurar 2,135 m (+/-0,005 m) en llançament de pes i 2,50 m (+/0.005 m) en llançament de disc. L'anell que forma

la circumferència del cercle ha de tenir, almenys, 6 mm de gruix (amplària) i ha d'estar pintat de blanc.



to de Disco

Figura 4. Disposició del cercle de llançament de disc.



os  
y martillo

Figura 5. Disposició dels cercles concèntrics de llançament de disc i martell.

El sector de caiguda

- El sector de caiguda ha de ser de cendra o d'herba o d'un altre material adequat en què l'artefacte deixi empremta. Ha d'estar delimitat per línies blanques de 50 mm d'ample que formen un angle de  $34,92^\circ$ , de tal manera que si es prolonguen les vores internes de les línies, passarien a través del centre del cercle.

#### Intents

- L'atleta ha de començar des d'una posició estacionària dins del cercle. Es permet a l'atleta tocar l'interior del cercle.
- És un intent nul si l'atleta en el curs d'un intent:
  - a) Després d'haver penetrat a l'interior del cercle i iniciat un llançament, toca amb qualsevol part del seu cos la part superior (o la part superior de la vora interior) del cercle o el terra de l'exterior del cercle.
- Sempre que en el curs d'un intent no s'hagen infringit els articles relatius a cada llançament, l'atleta pot interrompre l'intent una vegada començat, pot posar l'artefacte a terra dins o fora del cercle o corredor i pot eixir d'aquest. Quan abandone el cercle ha d'eixir en la forma corresponent, abans de tornar al cercle o corredor i començar un nou intent.
- És un intent nul si el disc en fer contacte per primera vegada sobre terra toca la línia del sector de caiguda o el terra o qualsevol objecte.
- És un intent nul si l'atleta abandona el cercle abans que l'artefacte haja tocat terra o:
  - (a) Si quan l'atleta abandona el cercle, el primer contacte de l'atleta amb la part superior del cercle amb el terreny a l'exterior del cercle no es fa completament darrere de la línia blanca que està traçada fora d'aquest i passa teòricament pel centre del cercle.

*Nota: el primer contacte amb la part superior del cercle o el terra fora del cercle es considera abandonar el cercle.*

#### Mesuraments

- Les distàncies s'han de registrar al 0,01 m inferior a la distància mesurada, si la distància mesurada no és un centímetre sencer.
- El mesurament de cada llançament s'ha de fer immediatament després de cada intent vàlid des de la part més pròxima de l'empremta produïda per la caiguda



del disc fins a l'interior de la circumferència del cercle al llarg d'una línia fins al centre del cercle.

### Article 189

#### El disc

- El cos del disc pot ser massís o buit i ha de ser de fusta o un altre material apropiat, amb un cercol de metall, la vora del qual ha de ser circular. La secció transversal de la vora ha de ser redona i formar un vertader cercle amb un radi aproximat de 6 mm. El disc pot estar construït sense plaques de metall, amb la condició que l'àrea equivalent siga plana i les mesures i pes total del disc corresponguen a les especificacions. Totes dues cares del disc han de ser idèntiques i no han de presentar osques, puntes ixents ni vores tallants. Han de tenir perfil recte des del començament de la corba del cercol fins a un cercle d'un radi de 25 mm a 28,5 mm des del centre del disc. El perfil del disc ha de ser dissenyat de la manera següent: a partir del començament de la corba del cercol, la grossària del disc ha d'augmentar d'una manera regular fins a una grossària màxima D. El valor màxim s'obté sobre una distància de 25 mm a 28,5 mm a partir de l'eix del disc I. A partir d'aquest punt fins a l'eix I, la grossària del disc ha de ser constant. Les cares superior i inferior del disc han de ser idèntiques i el disc ha de ser simètric respecte a l'eix I en allò que concerneix la rotació (Figura 6).



Figura 6. Disc

### Article 190

## Gàbia per al llançament de disc

- Tots els llançaments de disc han d'efectuar-se des de l'interior d'una gàbia o tancat per a garantir la seguretat dels espectadors, dels jutges i dels atletes. La gàbia especificada en aquest article està projectada per a ser utilitzada quan la prova es desenvolupa fora de l'estadi i amb espectadors presents o quan la prova es desenvolupa ean l'estadi amb altres proves que es disputen alhora.
- La gàbia ha de dissenyar-se, fabricar-se i conservar-se perquè siga capaç de detenir un disc de 2 kg movent-se a una velocitat de fins a 25 m per segon. El seu condicionament ha de ser tal que no hi haja perill de rebot, i que torne cap a l'atleta o vaja sobre la part superior de la gàbia. Amb la condició que satisfaga tots els requisits d'aquest article, pot emprar-se qualsevol forma de disseny de gàbia i construcció.
- La gàbia ha de tenir forma de O en la seua planta (Figura 7). L'amplària de la boca ha de ser de 6 m i ha d'estar situada a una distància de 7 m davant del centre del cercle de llançament. Les extremitats de la boca de 6 m han de correspondre a les vores interiors de la xarxa de la gàbia. L'altura dels panells de xarxa o xarxa penjant al punt més baix ha de ser, com a mínim, de 4 m.

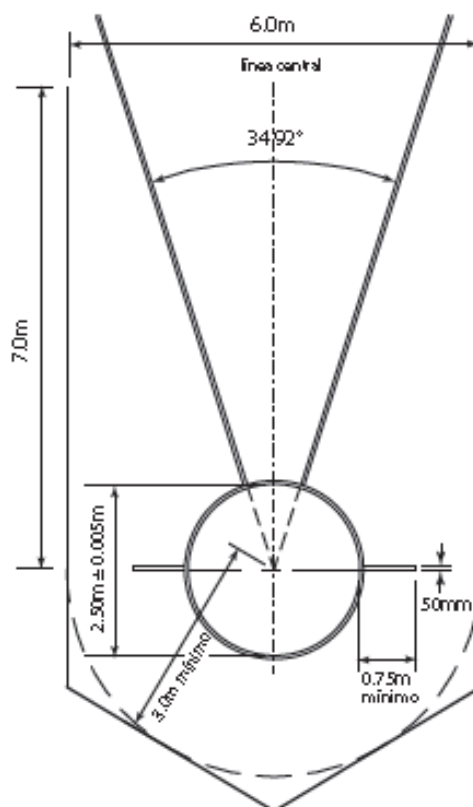


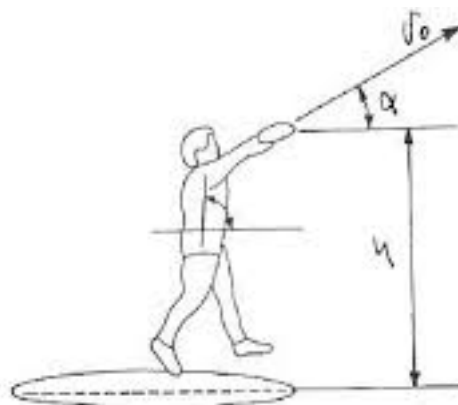
Figura 7. Pla de la gàbia del llançament de disc.

### 3. Fonaments de rendiment

La tècnica estàndard consisteix a realitzar un gir i mig i llançar el disc. L'acció s'inicia de manera estàtica d'esquena a la direcció de llançament, executant moviments de balancejos que acaben amb el disc darrere del cos. Es realitza un moviment de pivot sobre els metatarsos del peu esquerre (per a un llançador dretre), en sentit contrari a les agulles del rellotge, que acaba amb un salt petit per a aterrar sobre el peu dret pròxim al centre del cercle. A partir d'aquest moment, es pivota sobre el peu dret cap a l'esquerra, buscant que el peu esquerre es posicione ràpidament pròxim al límit frontal del cercle i a l'esquerra de la direcció intencionada de llançament. Arribat a aquest punt, el llançador realitza un moviment final de llançament.

Encara que no hi ha un límit en el nombre de girs i encara que hi haja una relació proporcional entre el recorregut d'acceleració del disc i la seua velocitat d'eixida, els investigadors han conclòs la tècnica d'un gir i mig com a l'òptima. Aquesta tècnica aconsegueix un equilibri entre la velocitat de projecció del disc i el control sobre la direcció del llançament. A més, permet accelerar el disc durant un recorregut entre 7-11 metres en llançadors d'elit (Bermejo, 2012).

Respecte als criteris d'eficàcia del llançament, la biomecànica esportiva ens indica que els criteris fonamentals en el llançament de disc són la velocitat d'eixida o solta (Hay, 1993), l'angle i l'altura de projecció (Figura 8).



$V_0$  = Velocitat de projecció

$\alpha$  = Àngle de projecció

$h$  = Altura de projecció

Figura 8. Paràmetres de rendiment.

La velocitat i l'angle de llançament depenen de la magnitud i direcció de les forces aplicades sobre el disc, així com del temps i recorregut en què són aplicades. L'altura de llançament depèn de la posició del cos en l'instant de projecció, així com de les característiques morfològiques de l'atleta. Per exemple, la major envergadura del llançador atorga un avantatge mecànic inicial a aquells que presenten una major distància entre la punta dels dits en elevar els braços lateralment i situar-los paral·lels a terra. Aquest aspecte suposa un increment del radi de gir. En allunyar el disc de l'eix longitudinal de gir es crea un augment del moment inèrcia, i això dona com a resultat una major quantitat de velocitat lineal del disc en la deixada, en un mateix temps.

A més d'aquests factors, els factors aerodinàmics també afecten la distància que aconseguirà el disc. Entre els factors aerodinàmics hi ha: l'angle d'atac del disc, la velocitat del vent i la velocitat angular del disc (Figura 9).

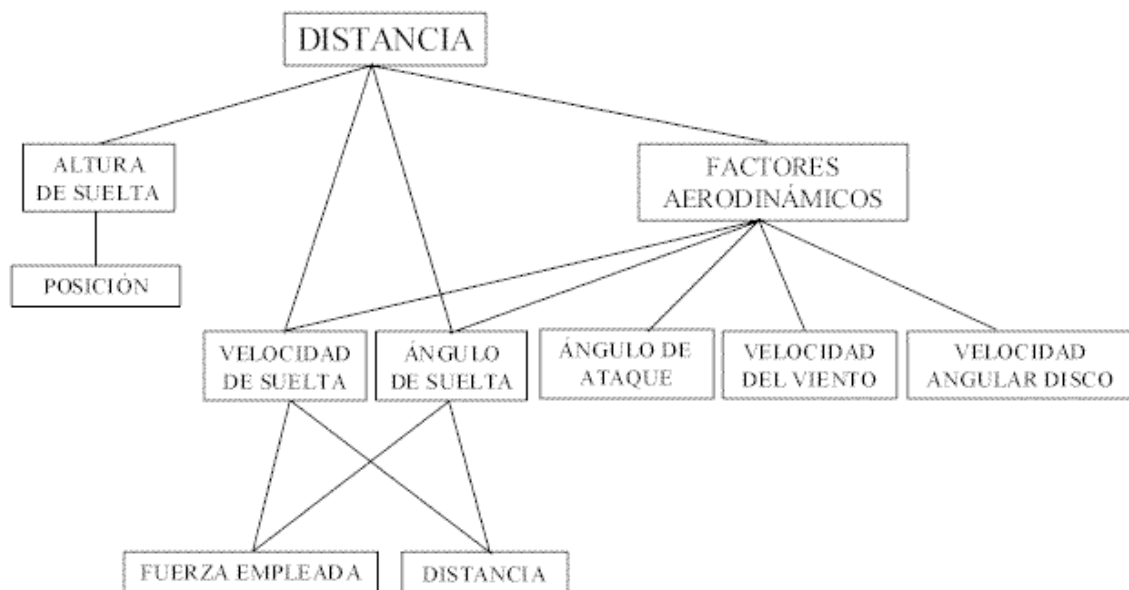


Figura 9. Criteris biomecànics de rendiment del llançament de disc. (Hay, 1993).

Respecte a l'angle d'atac òptim del disc aquest es troba entre 5-10° menor que l'angle d'enlairament. L'angle d'atac òptim és de 26-27° per a condicions de vent calmat (Figura 10). Modificacions de  $\pm 2^\circ$  no produeixen variacions estadísticament significatives en el resultat del llançament (Altmeyer, Bartonietz, i Krieger, 1993).

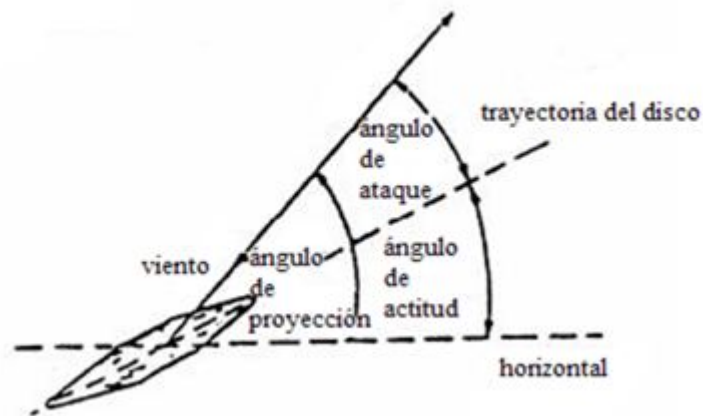


Figura 10. Angles del disc (modificat d'Altmeyer, Bartonietz i Krieger, 1993).

A causa de la dificultat d'aconseguir aquests angles d'atac, en l'àmbit d'ensenyament i entrenament s'aconsellen angles d'atac menors per maximitzar la força i aconseguir estabilitat durant el vol del disc, sobretot en llançadors de menor nivell de rendiment.

Respecte a la velocitat del vent, les millors condicions aerodinàmiques per al vol del disc, al contrari del que inicialment es puga pensar, es donen quan es llança amb el vent en contra. Això es deu al fet que amb el vent en contra és possible aprofitar aquesta resistència del vent per a generar una major quantitat de força de sustentació de l'aire, encara que les demandes de força per a llançar l'artefacte també són majors. En aquestes situacions de vent en contra, l'angle d'inclinació del disc seria menor al de condicions de calma, 12-16°. Aquest angle disminueix a mesura que augmenta la velocitat del vent.

El vent a favor o el vent nul disminueixen la interacció entre el disc i les forces de l'aire, per això es redueix la força de sustentació del medi. En condicions de vent a favor, la força de sustentació és menor perquè l'artefacte i el flux d'aire viatgen en la mateixa direcció. En aquestes condicions, l'angle d'atac del disc s'incrementa, i el més important és la velocitat aplicada sobre el disc i la direcció del llançament. El nivell de variació de l'angle d'enlairament i atac té un major rang de variabilitat que les situacions de vent en contra ( $\pm 6^\circ$  per a l'angle d'enlairament i  $\pm 15^\circ$  per a l'angle d'atac) (Bermejo i col., 2012).

Per a entendre bé aquest punt és necessari conèixer el principi físic de Bernouilli, que es basa en les diferències de pressió sobre un objecte que es mou per un fluid al llarg d'una línia de corrent. En el seu desplaçament, sobre el disc es produeixen dos tipus de pressions. En la part superior es localitza la zona de menor pressió, mentre que en la part inferior es localitza la zona de major pressió. Aquesta característica determina que es genere una força resultant denominada "força de sustentació" (força de direcció vertical i sentit cap amunt), que va des de la zona de major pressió a la zona de menor pressió (Figura 11). Aquesta força permet prolongar el vol del disc fins a un 10%, en comparació amb una atmosfera sense aire (Bermejo i col., 2012).

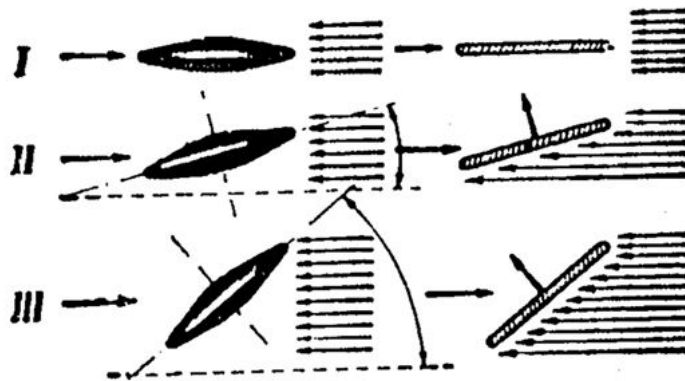


Figura 11. Representació de la força de sustentació del disc (pres sense modificacions de Martínez, 1992).

Finalment, la velocitat angular, que es refereix al nombre de voltes que fa el disc sobre si mateix. Aquesta rotació, d'entre 5-8 girs per segon, no influeix sobre la sustentació o l'aerodinàmica de l'artefacte, sinó que determina l'estabilitat del disc, i permet conservar la posició inicial adquirida quan se solta l'artefacte. Aquest aspecte es fonamenta en el principi giroscòpic, que s'aplica a cossos amb simetria de rotació i que giren al voltant d'un eix no fix. Els discos de competició tenen un anell exterior metàl·lic on es concentra la major part de la massa del disc. D'aquesta forma, una distribució de la massa lluny de l'eix de gir produeix un major moment d'inèrcia, per tant, una major estabilitat del disc en el vol. Així doncs, la diferència en la trajectòria d'un disc proporcionant-li aquest moviment de gir sobre si mateix i no fent-ho apareix en la figura següent (Figura 12):

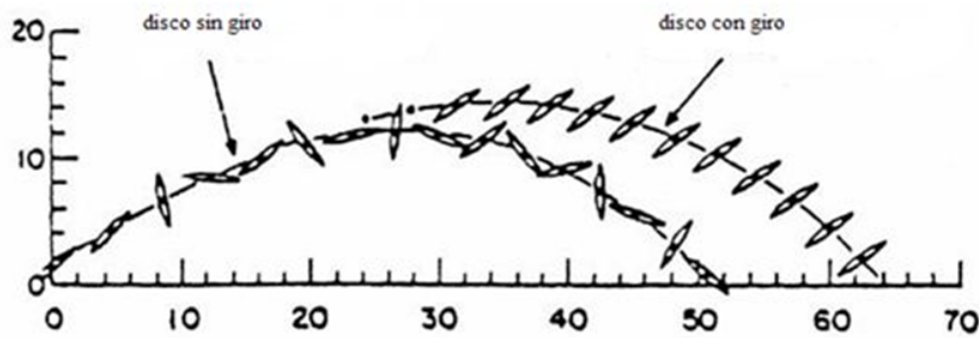


Figura 12. Trajectòria del disc amb i sense gir sobre l'eix longitudinal (modificat d'Altmeyer, Bartonietz i Krieger, 1993).

#### 4. Descripció tècnica del llançament

Hi ha, segons autors, diverses maneres de classificar i/o nomenar en diferents fases el llançament de disc. A continuació s'exposa una de les més utilitzades per la seua simplicitat (Figura 13):

a) Fase de Primer Suport Doble (FPSD). Interval de temps que transcorre des de l'instant que el disc aconsegueix el seu punt més endarrerit després dels balancejos previs i comença el moviment, fins que el peu d'impuls s'enlaira de terra.

b) Fase de Primer Suport Simple (FPSS). Interval de temps que transcorre des de l'enlairament del peu d'impuls, fins a l'enlairament del peu de gir.

c) Fase de Vol (FV). Interval de temps en què els peus del llançador no tenen contacte amb terra.

d) Fase de Segon Suport Simple (FSSS). Interval de temps que transcorre des del suport del peu d'impuls després del vol, fins al suport del peu de bloqueig.

e) Fase de Segon Suport Doble (FSSD). Interval de temps que transcorre des del suport del peu de bloqueig fins que la mà del llançador allibera el disc.

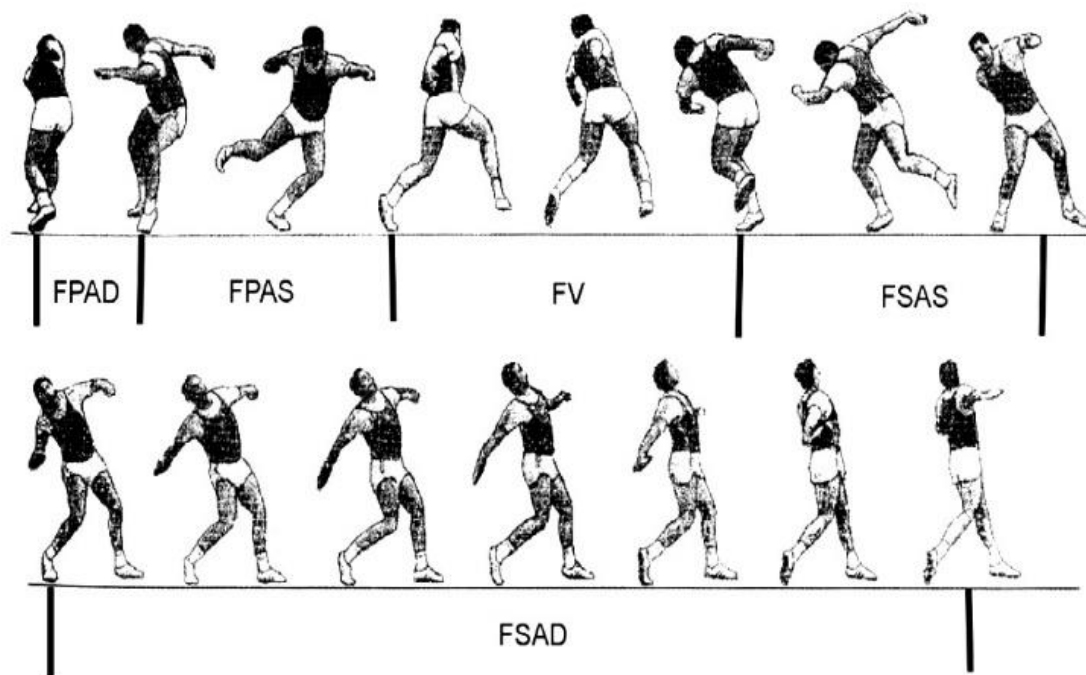


Figura 13. Seqüenciació del llançament de disc. S'han marcat la Fase de Primer Suport Doble (FPSD), Fase de Primer Suport Simple (FPSS), Fase de Vol (FV), Fase de Segon Suport Simple (FSSS) i la Fase de Segon Suport Doble (FSSD) (Adaptat Bidault, 1998) (Floria i col. 2006).

#### *Posició inicial o prèvia a l'eixida*

El llançador se situa d'esquena a la direcció del llançament, amb els peus més separats que l'amplària dels muscles. Inicialment es realitzen dos o tres balancejos previs, i es gira el cos i el disc d'esquerra a dreta, sense desplaçar els peus de terra amb la finalitat d'incrementar la inèrcia del sistema cos-disc, i situar a aquest en una trajectòria i direcció adequades per a iniciar el llançament. El canell del llançador realitza uns moviments de pronació i supinació, amb la finalitat d'evitar que el disc caiga a terra a causa de la poca velocitat que s'imprimeix al braç executor en els balancejos preliminars.

Les cames es mantenen flexionades i el disc arriba a la seua posició més retardada, a la qual es denomina punt zero de la trajectòria de llançament. En aquesta posició, la torsió



entre l'eix de muscles sobre el de malucs és màxima i la línia de muscles i línia de malucs es manté paral·lela a terra. El braç de llançament es troba a l'altura del muscle llançador, en rotació externa i amb el canell en supinació. El peu d'impuls es troba amb tota la planta a terra, mentre que el peu de gir es troba sobre el metatars.

*a) Fase de primer suport doble*

Aquesta fase també es denomina fase d'entrada en gir. A partir de la posició de punt zero que acabem de descriure, el llançador entra en el gir inicial a fi d'adoptar una posició que li permeta situar-se correctament per a avançar en el cercle. El primer moviment clau és l'obertura del braç esquerre procurant que el muscle esquerre no participe en l'acció. Juntament amb aquest moviment, el genoll de la cama esquerra s'obri (maluc fa un moviment d'abducció i rotació externa). El pes del cos es trasllada sobre la cama de gir, amb flexió d'aquesta i el peu d'impuls hi manté contacte.



Figura 14. Fase de primer doble suport.

El peu de gir manté tot el seu contacte amb terra. El disc se situa darrere del cos a l'altura del muscle, amb el braç estirat.

*b) Fase de primer suport simple*

Aquesta fase també es denomina fase final de l'entrada en gir. El llançador, per tant, gira sobre el seu propi eix longitudinal (peu, genoll, muscle i braç esquerre) i aconsegueix un moment angular que resultarà clau per a iniciar el gir. Com a conseqüència d'aquesta acció sobre l'eix longitudinal, el llançador alça de terra el peu dret i el cos gira fins a la zona de llançament. Posteriorment, el genoll/cama dreta s'obrin i prenen impuls en moviment semicircular.

La vista, el braç lliure i el peu de gir se situen apuntant a la zona de llançament. El braç portador del disc es manté en extensió. El disc es manté darrere del cos i lleument per damunt del maluc.



Figura 15. Fase de primer suport simple (final de l'entrada en gir).

Una de les claus d'aquesta fase del llançament consisteix a realitzar els moviments de manera controlada. L'entrada en gir ha de produir-se com a conseqüència d'una acció equilibrada i àmplia. Una acceleració prematura impedeix que el disc se situe al pla correcte i que l'atleta actue amb el ritme adequat.

*c) Fase de vol*

Aquesta fase també es denomina fase de desplaçament. La fase de vol és aquella en què el llançador es troba suspès a l'aire. Comença en l'instant en què es produeix la impulsió del peu esquerre i acaba en el moment en què el peu dret pren contacte amb terra.

Des de la posició d'equilibri sobre el peu esquerre descrita en la fase anterior, la cama d'impuls avança en direcció al llançament, tirant també del genoll. El peu d'impuls es manté actiu en la fase aèria, i treballa amb la intenció d'avançar al maluc d'impuls. Aquest avançament dels malucs a l'eix dels múscles és clau en aquesta fase, perquè els malucs han de liderar el moviment d'acceleració del disc en la fase final del llançament. Així doncs, es produeix una torsió entre l'eix de malucs i l'eix dels múscles.



Figura 16. Fase de vol.

La cama de gir es manté en semiextensió, realitzant un moviment envolupant, i aporta amb això el moviment rotacional necessari per a realitzar el llançament amb eficàcia. L'altura del desplaçament ha de ser mínima a fi de reduir en la mesura del possible el temps de vol. S'ha d'aconseguir un moviment ras d'avanç. En l'aire, l'eix de gir ha de passar pel centre de gravetat del sistema llançador-disc.

El tronc i el braç han d'estar relaxats en la mesura que siga possible, i s'ha de donar prioritat al moviment de les cames amb la finalitat d'aconseguir la màxima amplitud en la torsió entre les línies de malucs i de muscles.

El braç portador del disc es manté en la mateixa posició que en la fase prèvia, amb el disc lleugerament per damunt de la línia de malucs. El disc ha de seguir en aquesta fase un moviment ascendent cap al punt més alt de la trajectòria. Els dits que sostenen el disc han de sentir els efectes de la força centrífuga que actua sobre el disc com a conseqüència del moviment de rotació.

#### *d) Fase de segon suport simple*

Aquesta fase també es denomina fase preparatòria i comença en l'instant en què el peu dret pren contacte amb terra i acaba en el moment en què ho fa el peu esquerre, de manera que es produeix la posició de doble suport.

L'aterratge ha de ser actiu, amb el peu d'impuls sobre el metatars aproximadament en el centre geomètric del cercle i amb el peu en posició obliqua respecte a la direcció de llançament.



Figura 17. Fase de segon suport simple (instant del contacte del peu dret).

Pes del cos es manté sobre la cama d'impuls, que absorbeix l'impacte mitjançant un suport elàstic que no ha d'impedir continuar l'acció de gir del peu. La part superior del cos continua de forma relaxada i passiva amb l'objectiu de mantenir el grau de torsió entre eix de malucs i muscles. L'eix de muscles se situa d'esquena a la zona de llançament. A més, el tronc se situa amb una lleugera inclinació.

El disc es troba a l'altura dels muscles i el braç lliure es troba estès.

La cama lliure avança buscant el terra en trajectòria circular i el peu esquerre intenta contactar amb el terra tan prompte com siga possible. El contacte es produeix primer amb la seua part anterior i més tard sobre la planta, orientat prop de la direcció del llançament i pròxim al límit del cercle. En l'instant del doble suport, les dues cames fan un suport actiu i el peu dret queda situat quasi paral·lel a la direcció del llançament com a conseqüència del moviment de pivotatge.

*e) Fase de segon suport doble*

Aquesta fase de segon suport doble també es denomina "posició de potència". Comença en l'instant en què es produeix el doble suport i acaba en el moment en què el disc ix de la mà del llançador. Es tracta de la fase més decisiva, perquè en aquesta fase s'apliquen al disc totes les forces horitzontals, verticals i rotacionals per aconseguir la màxima velocitat de projecció. De fet, aquesta fase influeix en un 80% en la distància final de llançament i un 60-70% en la producció de velocitat d'enlairament del disc. L'objectiu d'aquesta fase és optimitzar les condicions de deixada i maximitzar la quantitat de

velocitat aplicada sobre el disc, i transferir el moment lineal i angular del llançador al disc (Bermejo i col., 2012).



Figura 18. Fase de segon suport doble.

L'increment de la velocitat d'eixida del disc s'aconsegueix impulsant amb força durant l'entrada, desenvolupant moment angular sobre l'eix vertical, i mantenint el grau de torsió entre eix de malucs i muscles després de la fase aèria. El moviment s'inicia amb les cames en el moment del contacte amb el terra, i es produeix la reacció d'accelerar abans del contacte. En aquesta fase del llançament, l'atleta experimenta una gran torsió entre la línia de malucs i la línia de muscles (Figura 19). L'efecte muscular que produeix aquesta posició és similar al de tibar la corda de l'arc o un ressort en una llançadora (Bermejo i col., 2012).

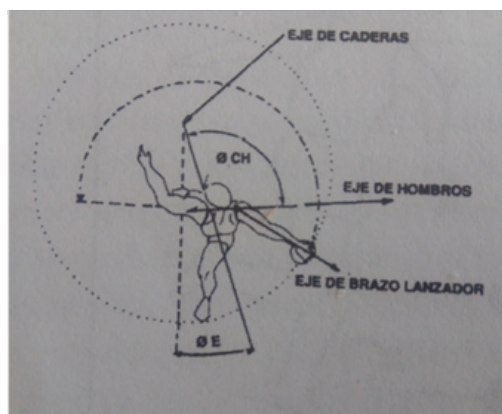


Figura 19. Angles que componen l'acció final.

La trajectòria que segueix el disc des del doble suport a l'abandó no és plana, sinó que manté una fase de descens i una altra d'ascens com a conseqüència de les accions que fan les cames, així com de la inclinació del tronc i dels muscles sobre l'eix vertical.

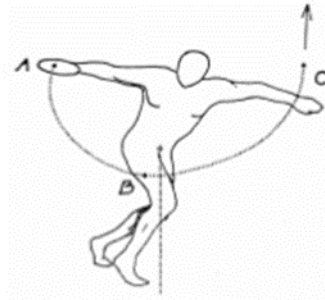


Figura 20. Trajectòria final del disc.

Durant la fase que transcorre entre les posicions A i B, la trajectòria del disc és descendent i durant aquesta, el disc s'accelera com a conseqüència de l'acció de rotació del tronc, sense intervenir l'acció directa del braç. La trajectòria del disc és circular. Durant la fase que transcorre de B a C, la trajectòria del disc és ascendent, abandona la mà una mica més avall que l'altura del muscle i s'accelera, com a conseqüència de l'acció de rotació del tronc, i principalment per l'acció activa del braç portador i finalment, la mà.

Durant aquesta fase, el pes del cos canvia de la cama dreta a l'esquerra, la qual tracta de mantenir una tensió constant exercint una acció de bloqueig que permet una major eficàcia en la transferència de forces. Aquest bloqueig de la part esquerra és fonamental; de fet, un dels errors d'aquesta fase que més influeixen sobre el rendiment del llançament és el mal posicionament del peu esquerre en l'acció de bloqueig i una mala transferència de velocitat des del tors a la mà que porta el disc.

En relació al posicionament del peu esquerre, aquest s'ha de situar prop de la línia mitjana del cercle (Figura 19), sobre la part esquerra d'aquest. D'aquesta forma es permet una rotació completa del maluc (el maluc dret gira cap al front del cercle). Durant l'acció d'empenta, la cama dreta s'estén i el disc se solta amb els muscles elevats tan lluny del cos com siga possible, sobre la cama esquerra que està fixa.

Hi ha dues maneres de projectar el disc en funció de l'acció de les cames: en suport i en suspensió (Figura 20):

- El llançament en suport consisteix a mantenir els dos peus en contacte amb el terra durant l' instant de projecció.
- El llançament en suspensió consisteix en el fet que tots dos peus es troben en l'aire en l' instant de projecció.

En línies generals, un llançador ha de triar el llançament en suport o en suspensió depenent de les seues característiques tècniques i morfològiques. Els llançadors amb elevada alçada i pes corporal, i més lents, solen llançar en suport. Per contra, solen llançar en suspensió els atletes de menor alçada, pes inferior i més ràpids. Com es pot apreciar en la figura, la característica fonamental que diferencia totes dues tècniques, és la posició del tronc. El llançament final en suport realitza una inclinació del tronc major cap endarrere i deriva en un angle més elevat en la projecció del llançament de disc.

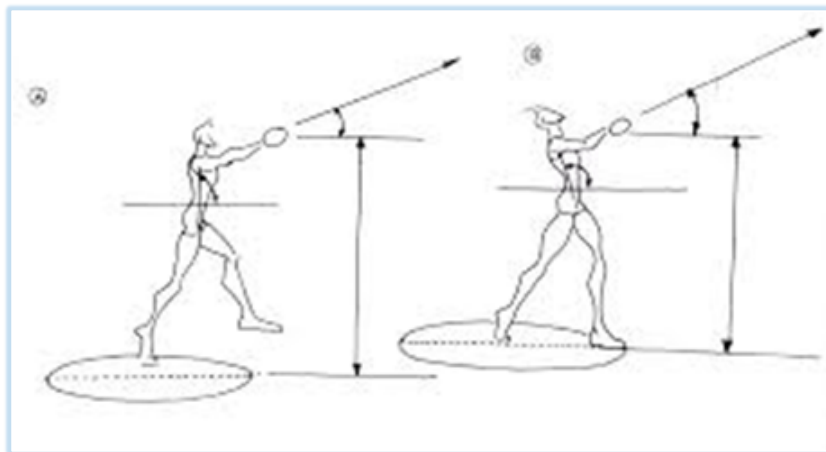


Figura 21. Formes de projectar el disc en la fase final del llançament. A: llançament en suspensió i B: llançament en suport.

### *Recuperació de l'equilibri*

Finalment, es produeix la recuperació de l'equilibri després de la projecció del disc, ja que el cos tendirà a anar cap avant. Així doncs, per a contrarestar aquesta força es canvien els suports amb un salt, i passa a ocupar el peu dret el lloc del peu esquerre, mentre aquest realitza un moviment de rotació al voltant del dret.

### *Manera de subjectar el disc*

El disc es recolza sobre el palmell de la mà i a les últimes falanges dels dits (Figura 22).

El polze se situa lateral i en contacte amb la superfície del disc perquè es mantinga en equilibri. El canell es troba neutre i el braç en actitud relaxada. Durant el llançament, el disc es manté sota la mà gràcies a la velocitat de rotació.

En la projecció del disc, el dit índex és l'últim a fer contacte amb el disc, que ix amb un efecte de gir que segueix el sentit de les agulles del rellotge.

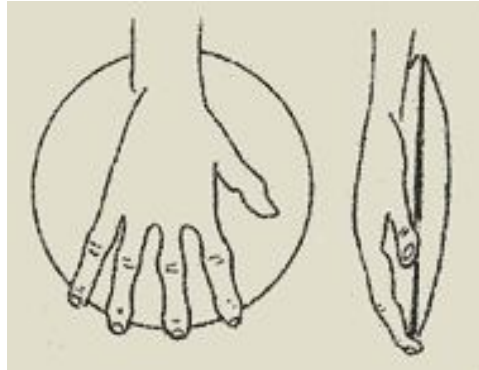


Figura 22. Subjecció del disc.

#### 4. Errors fonamentals

La dificultat en l'aprenentatge del llançament de disc ve donada pel fet de començar d'esquena a la línia de llançament i haver de realitzar un gir sobre si mateix/a. Així doncs, destaca la importància de tenir una bona base de control corporal, equilibri i orientació en l'espai. Un aspecte clau en l'ensenyament de tots els llançaments és la dissociació de la línia de malucs i muscles. A partir d'aquestes consideracions, sorgeixen els errors fonamentals que s'observen en la iniciació al llançament de disc:

- Avançament de la línia de muscles respecte a la dels malucs en la fase de doble suport.
- Falta de gir dels malucs en la fase de desplaçament.
- Iniciar el desplaçament amb l'acció del tronc i no de les cames.
- Presa de contacte a terra sobre el taló del peu després del desplaçament.
- Pèrdua del control corporal en la fase de gir i del desplaçament.
- Realitzar oscil·lacions del disc dalt- baix durant la fase del desplaçament per acció incorrecta del braç portador.
- En l'eixida, no passar per la vertical del suport del peu esquerre.



## 5. Exercicis analítics d'aprenentatge

El material que s'utilitza per a la pràctica del llançament de disc, i especialment, la part tècnica són els discos de cautxú. Per a la iniciació, els d'1 kg, 1,5 kg i 2 kg serien els ideals. Depenent de les característiques dels alumnes, aquests agafarien un disc o un altre.



Figura 23. Discos de cautxú.

Cal tenir en compte, en l'ensenyament dels exercicis analítics, que, a causa del caràcter de llançament d'un artefacte per l'aire, la seguretat dels alumnes és clau a l'hora d'organitzar-la. En línies generals, i d'acord amb aquest criteri, la millor manera de disposar els alumnes seria en files darrere d'una línia llarga que delimitara la zona d'explicació del professor/a i realització dels exercicis, i la zona de caiguda de l'artefacte. Darrere de cada línia i depenent del terreny on es faça la pràctica, es pot utilitzar guix per a marcar a terra els cercles, en cas de ser un paviment on es puga dibuixar, o cordes. Es poden unir dues cordes de botar i fer el cercle. Sol ser una bona opció el fet que siguin els mateixos alumnes els que facen els seus cercles proporcionant-los la dada del diàmetre d'aquest, i col·locant un metre a la seua disposició perquè en prenguen mides. També és convenient assenyalar el centre del cercle i fer una línia que passe pel centre d'aquest i que marque la direcció del llançament, perquè posteriorment ajudarà com a referència a l'hora de col·locar els peus correctament durant la realització del gir.

Per a un grup de 25 alumnes, la formació de 5 fileres de 5 alumnes per filera seria una bona opció. Ja que la seguretat és el criteri que marca la classe, aquest tipus exercicis cal

realitzar-los en la seua justa mesura, perquè el ritme de la classe sol ser lent no sols per a l'explicació de l'exercici a realitzar, sinó pel fet que l'alumne ha d'esperar el seu torn mentre els companys fan l'exercici. Així doncs, es recomana adaptar l'elecció dels exercicis analítics a les circumstàncies que envolten cada classe en particular (per exemple: nombre d'alumnes, motivació, material, climatologia, etc...).

Un altre aspecte organitzatiu i de seguretat a tenir en compte, seria el fet que tots els llançaments hagen de realitzar-se al senyal del professor/a. Així doncs, el senyal auditiu d'un xiulet, per exemple, donaria el senyal de llançament, i un segon senyal auditiu, el permís per a anar a recollir els discos. En aquest punt, s'aconsella que vaja l'alumne a qui toque llançar, i no el que acaba de llançar, perquè el professor/a pot i ha de donar *feedback* als alumnes sobre l'execució de l'exercici realitzat. També, i com a consell per a imprimir una major dinàmica de treball, es pot posar una norma: la zona de caiguda de l'artefacte crema, per això s'ha d'anar corrent i tornar corrent per a recollir el disc. O fins i tot, se'ls pot posar un temps de recollida: 30" des del senyal del professor/a, encara que en aquest cas, es donaria aquesta responsabilitat a un altre alumne, ja que l'atenció del professor/a ha d'estar amb els alumnes que acaben de realitzar l'exercici.

I finalment, amb la finalitat de dinamitzar la classe, també s'aconsella realitzar alguns exercicis sense llançar el disc. És a dir, utilitzar la imaginació i fer com si se'n llançaren. D'aquesta manera, els alumnes tenen la possibilitat de fer més repeticions i per tant assimilar el moviment millor.

A continuació, passem a explicar alguns exercicis analítics per a l'aprenentatge de la tècnica de llançament de disc.

a) Aprendre a subjectar el disc

Tal com s'ha comentat anteriorment, el disc es recolza sobre el palmell de la mà i les últimes falanges dels dits, excepte el polze, que se situa lateral i en contacte amb la superfície del disc. El canell no ha d'estar flexionat i el braç ha de mantenir una actitud relaxada. Cada alumne ha de subjectar el disc i cal que facen uns moviments de balanceig amb aquest per sentir millor les sensacions de subjecció.

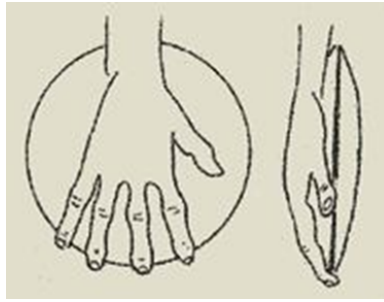


Figura 24. Subjectió del disc.

b) Últim contacte amb l'índex

Per a aquest exercici, s'han de col·locar en fileres, i s'han de llançar de manera suau el disc rodant per terra. Han de realitzar un pèndol amb el braç i llançar el disc cap avant fent-lo rodar per terra en l'eix de llançament. Per a realitzar aquest exercici, els alumnes han de situar-se a prop amb la finalitat d'evitar llançaments massa forts que puguin desviar-se massa i colpejar altres alumnes. Així doncs, distància curta entre els alumnes, màxima separació entre fileres i llançaments suaus. El disc ha de mantenir-se i rodar de manera fluida per terra.

c) Últim contacte amb l'índex amb llançament vertical

Aquest exercici és el següent en la progressió, perquè ens anem acostant a la forma més específica del llançament de disc. En aquest exercici es pretén que l'alumne aprengui a girar el disc en el sentit de les agulles del rellotge mentre el llança cap amunt. Un aspecte de seguretat a tenir en compte és que el llancen des d'una línia de partida i que hagi de creuar una altra referència situada més endavant; fent-ho d'aquesta manera, evitem que algun alumne/a es llance el disc massa vertical sobre si mateix. S'han de realitzar uns moviments pendulars del braç abans de llançar el disc. També és important integrar el moviment de les cames en el llançament cap amunt del disc.

d) Girs del disc

En aquest exercici es pretén que l'alumne/a entengui i practique el moviment de gir del disc en tots dos sentits, perquè siga capaç de discriminar la forma correcta de fer-ho i l'errònia. Així doncs, des del lloc, cal fer un moviment exagerat del braç i del canell per a imprimir al disc el gir en el mateix i en el sentit contrari de les agulles del rellotge. No

es busca el llançament, es busca la capacitat de fer girar el disc en totes dues direccions, i sobre el lloc.

e) Últim contacte índex amb llançament en el pla horitzontal

En aquest exercici es pretén ensenyar l'alumne a llançar en el pla horitzontal i que el disc isca en el sentit de les agulles del rellotge. Aquesta vegada les cames s'han de situar obertes en la línia de direcció del llançament. Els alumnes destres han de col·locar el peu esquerre davant, i els esquerrans, el dret. Han de fer un balanceig de les cames de dreta a esquerra. També han de portar el disc de dreta a esquerra i girar alhora els peus i l'eix de muscles. Des d'aquest moviment, han de fer el llançament amb l'únic objectiu que el disc isca girant en la direcció de les agulles del rellotge.

f) Dissociació línia del maluc i muscles

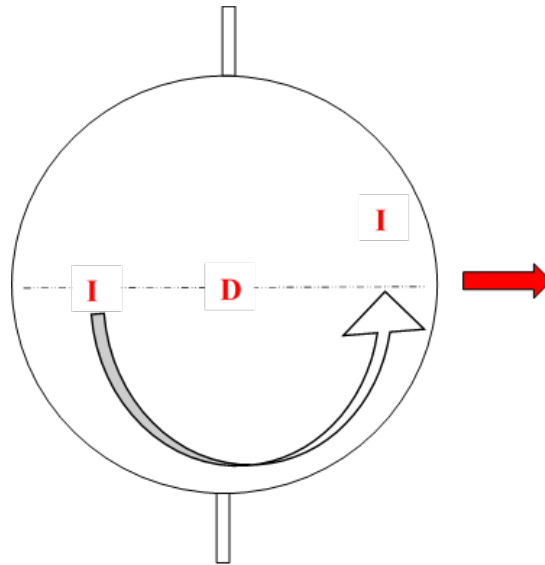
Aquest exercici es faria de manera ideal amb unes piques. En cas de no tenir-les, l'alumne hauria d'estendre els braços rectes i mantenir-los en la línia de muscles, posteriorment se li demana que avanci un maluc sobre l'altre mantenint la línia de muscles sense moure's. Aquest moviment de dissociació és clau en els llançaments, per això és important que, encara que no siguin capaços de fer-lo, que siguin conscients de la seua importància a l'hora de transmetre les forces des de les cames al braç i finalment al disc.

g) Fase final del llançament

Han de fer la fase final del llançament tenint en compte la subjecció del disc, la projecció d'aquest, la integració de les cames en el llançament i l'avançament dels malucs en el moviment.

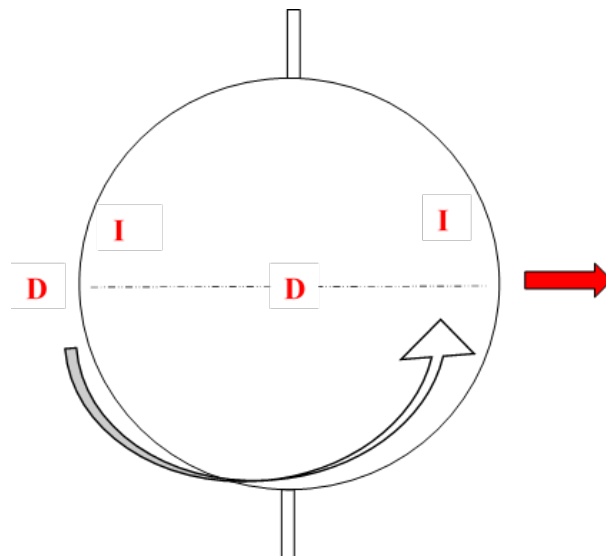
h) Llançament amb mig gir

El peu dret (per als destres) se situa al centre del cercle, lateral a la zona del llançament, cal fer una acció de pivotatge amb gir del peu dret en el sentit contrari a les agulles del rellotge fins a adoptar la posició de doble suport i llançament.



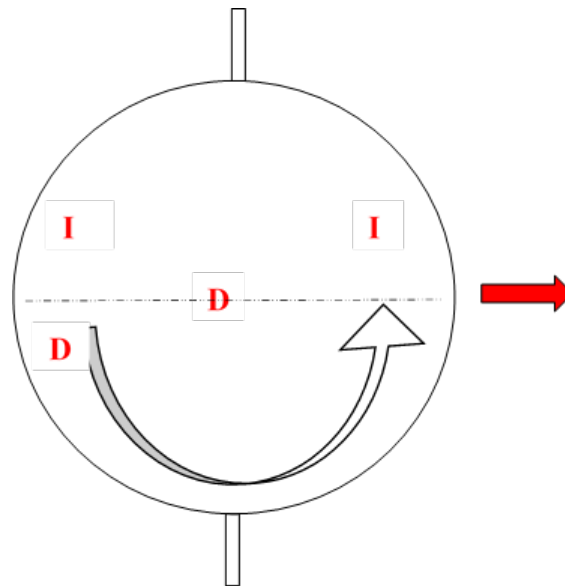
i) Fase de desplaçament modificada

Partint de cara a la direcció del llançament amb el peu esquerre avançat, dins del cercle, el dret fora i el disc situat per davant dels malucs, cal dur a terme el suport del peu dret al centre del cercle girant en el sentit contrari a les agulles del rellotge; fer una torsió del tronc cap a la dreta i situar el disc en posició retardada. Posteriorment, avançar el peu esquerre i després del suport llançar en profunditat per acció del peu i la cama drets.



- j) Ídem que l'exercici anterior, però en aquesta ocasió, el disc no se situa davant dels malucs. L'alumne se situa amb el tronc en direcció a la línia de llançament, fa el desplaçament en gir i llança.
- k) Llançament complet

D'esquena a la línia de llançament, cal fer el llançament complet, primer sense disc i després amb la projecció d'aquest.



## 6. Jocs aplicats

Els jocs aplicats tenen com a objectiu en aquest cas desenvolupar accions generals bàsiques relacionades amb els llançaments.

Com a punt principal dels jocs per a l'aprenentatge del llançament de disc, cal comentar que els *frisbees* de goma escuma són un material molt bo per a treballar el llançament de disc, en cas de no disposar dels de cautxú o goma per a iniciació.



Figura 25. *Frisbees*

A continuació s'expliquen una sèrie de jocs relacionats amb l'aprenentatge dels llançaments.

#### Joc 1: Llançament de frisbee

Es divideix els alumnes en grups de 5 o 6 persones. En cada grup es posen 3 alumnes situats en dues fileres una enfront de l'altra i a uns 5 metres de distància. El joc consisteix a veure quin equip és capaç d'allunyar-se més sense que els caiga el frisbee. Quan un alumne llança, torna a la filera fins que li torna a tocar el torn. Cada dos llançaments exitosos (llançar i agafar sense que caiga a terra) les fileres s'allunyen un pas cap arrere i així fins que a algú li caiga el frisbee, en aquest cas, hauran de determinar quants passos han fet cap arrere, i tornar a repetir el joc.

*\*Cal tenir en compte que les fileres dels alumnes es troben paral·leles i molt separades entre si, amb la finalitat d'evitar que els frisbees colpegen els alumnes, especialment si no se n'utilitzen de goma escuma.*

#### Joc 2: A veure qui l'envia més lluny

Amb els frisbees, els alumnes se situen darrere d'una línia, i llancen en onades. Quan una onada llança, van tots pel frisbee i s'ha de determinar qui de tots ells ha llançat més lluny el frisbee. A continuació tornen corrent, i llança la segona onada d'alumnes i es torna a determinar qui ha llançat el frisbee més lluny. Es dona 3 punts a qui més lluny ha llançat el frisbee, 2 punts al segon i 3 punts al tercer.

#### Joc 3: El cementeri

Per a aquest joc es poden utilitzar frisbees, simuladors de javelina o pilotes d'escuma. Es fan dos equips que hauran d'intentar matar-se mútuament mitjançant l'impacte d'un mòbil sense que aquest caiga a terra prèviament. En cas de tocar terra prèviament o agafar-lo, el participant no estaria mort i podria ell al seu torn intentar matar algun contrincant o passar a un company perquè aquest ho faci. Al final de cada camp s'ha de col·locar un company de cada equip (darrere de la línia que anomenarem "cementeri"), que ha de tornar al seu camp una vegada que arribe el primer mort. El joc acaba quan tots els participants d'un mateix equip són al cementeri.

#### Joc 4: Llançaments de punteria

Els alumnes es col·loquen en grups de 3 i es col·loquen 5 grups en cada porteria, amb la finalitat d'aconseguir la major participació possible i que el joc siga més dinàmic. Cal penjar tres cercols del pal superior d'una porteria de futbol per mitjà de cordes. Cadascun el deixem a una altura diferent. Els alumnes han de llançar els mòbils per passar-los per dins dels cercols. Quan un alumne llança, el de darrere ix corrent a agafar el mòbil que està llançant el seu equip i torna a la línia des d'on ha de tirar. Llança, i així successivament. Cada vegada que un objecte passa per dins d'un cercol, compta com 1 punt. L'equip que més punts obtinga, guanya. Es pot atorgar diferents puntuacions a cada cercol tenint en compte la dificultat (per exemple, posant cercols de diferents grandàries).

*\*Consignes o variants: cada tirada podem variar la posició inicial: frontal, lateral, d'esquena, amb un gir previ, llançant tots amb la mà dreta, llançant tots amb la mà esquerra, etc. Augmentar la distància i el pes dels artefactes per incrementar la cerca d'esforç que porte a la consecució d'un gest tècnic eficaç.*

#### Joc 5: Llançaments buscant la paràbola

Els alumnes es col·loquen en grups de 3 o per parelles. Es col·loca a terra un nombre determinat de cercols. S'assigna a cada cercol una puntuació. Han d'aconseguir més punts que els seus companys si treballen de manera individual, o si ho fan en grups, competeixen contra altres grups. Es realitzen llançaments i cal tenir en compte que el mòbil que es llance caiga dins del cercol en el seu primer contacte amb el terra, si no passa això, no es comptabilitza com a punt. Es pot afegir a aquest joc el component de la carrera per a atorgar-hi més dinamisme i un compromís motor major.



*\*Consignes o variants: variar en progressió les posicions inicials: frontal, lateral, d'esquena, etc. Augmentar el pes de les pilotes, passar pilotes d'espuma, pilotes de bàsquet, balons medicinals, pesos d'atletisme.*

## 7. Bibliografia

- Violeta Šiljak, Elena Plakona, Georgios Fragkiadakis, Senad Bajrić (original scientific paper) Research on technics of throwing discus in ancient greece.
- Las técnicas de atletismo. Manual práctico de enseñanza. Campos Granell, J. i Gallach Lazcorreta, J.E. Editorial Paidotribo (2004).
- Carreras y Marcha. Atletismo 1. Bravo, J; García-Verdugo, M; Gil, F; Landa, LM; Marín, i Pascua, M. Departamento de Publicaciones de la Real Federación Española de Atletismo (1994).
- Reglamento de Competición 2018-2019. IAAF (Associació Internacional de Federacions d'Atletisme).
- Hay, J.G. (1993). The biomechanics of sports techniques. Englewood Cliffs, NJ: Prentice may.
- Análisis biomecánico del rendimiento en el lanzamiento de disco biomechanical analysis of discus throw performance. Rubio Rodriguez, V. Treball de Final de Màster, 2014. Universitat de Lleó.
- Fundamentos biomecánicos del lanzamiento de disco. Parte I y Parte II: técnica de lanzamiento. Bermejo Frutos, J. Palao, JM. i López Elvira, JL. EF Deportes.com, Revista Digital. Buenos Aires, Any 15, N° 166, març de 2012.
- Altmeyer, L. i col. (1993) Technique and training of shot put and discus throw. IV Annual Coaches Clinic of the Track Coaches Association, Wisconsin, USA.