

Part III: Llançaments - Tema 12

JAVELINA

El llançament de javelina, una de les proves més espectaculars de l'Atletisme, és la única del Sector de Llançaments que presenta, com els salts, una cursa d'impuls ("cursa preparatòria").



Figura 1. Jan Zelezny (CZE), WR 98.48 m en 1996.

1. HISTÒRIA

La javelina, igual que la lança, ha estat utilitzada per a la caça i com arma de guerra per l'home de gairebé totes les cultures des de temps remots. Esportivament, el llançament de javelina ja figurava en el programa dels Jocs Olímpics de la Grècia clàssica (des de l'any 708 a.C., formant part del Pentatló) i dels Tailteann Games d'Irlanda.

Tant Homer com Tàcit van escriure sobre el llançament de javelina. La diferència més important amb respecte a la prova actual consistia en una fina corretja de cuir en forma de llaç prop del centre de masses de la javelina i que permetia una presa especial per produir una rotació al voltant del seu eix longitudinal que l'estabilitzava durant el vol, assolint-se així majors distàncies.

Durant l'Edat Mitjana es van realitzar competicions de precisió, llançant-se la javelina sobre blancs fixos. Entre els que es van distingir en aquest exercici, como és natural, van haver alguns famosos monarques.

En la segona meitat del segle XIX, el llançament de javelina en distància va ser introduït per hongaresos i alemanys, fomentant-se finalment a gran escala pels escandinaus que van idear la majoria de regles vigents actualment (Taula 1).

Taula 1. Característiques reglamentàries de la javelina.

	Homes	Dones
Pes mínim	800 g	600 g
Longitud	265 ± 5 cm	225 ± 5 cm
Longitud cap metàl·lic	29 ± 4 cm	29 ± 4 cm
Diàmetre en la zona més gruixuda	25 – 30 mm	20 – 25 mm
Distància des de la punta al c.m.	98 ± 8 cm	86 ± 6 cm
Per facilitar la presa presenten un cordatge d'uns 15 cm de llarg recobrint el centre de masses de la javelina		

Les javelines utilitzades (anomenades “finlandeses”) eren construïdes amb fustes dures i flexibles similars a les utilitzades en la fabricació d'esquis (bedoll).

Fins 1908 van coexistir dues tècniques diferents:

- Agafant la javelina per la part central (com en l'actualitat), i
- Agafant-la per la part posterior.

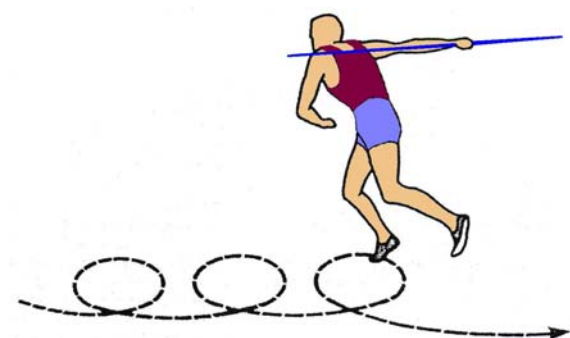


Figura 2. L'estil espanyol.

Més modernament es va intentar introduir una tècnica amb rotació, l'anomenat “estil espanyol” (Figura 2); va ser utilitzat amb èxit per llançadors bascos, com per exemple, Félix Erausquín (83.40 m en 1956 i 94.50 m en 1957) quan el rècord del món era 83.66 m en possessió de Janusz Sidlo (POL, 1956). Abans dels Jocs Olímpics de Melbourne-56, Miguel de la Quadra Salcedo va participar en una competició en París llançant 66.25 m amb aquesta tècnica. Als pocs dies de la competició, l'IAAF va modificar el reglament prohibint l'estil, aparentment per qüestions de seguretat. La tècnica era la mateixa que la utilitzada pel llançament de la

barra basca: girar dues o més voltes al llarg del passadís d'impuls, portant la javelina darrera l'esquena i en posició horitzontal, deixant-la anar en un moviment molt particular, cap amunt, mantenint el puny tancat i deixant lliscar l'artefacte pel buit de la mà, gràcies a haver estat mullada prèviament des del cordatge fins la cua amb aigua amb sabó.

El llançament de javelina masculí és olímpic des dels IV Jocs en Londres-1908, i la prova femenina es va incloure a partir de Los Angeles-1932 (X JJOO) (Taula 2).

Inicialment, el rendiment s'obtenia per la suma de les distàncies assolides per cadascun dels braços (Yngve Häckner – SWE – va ser l'últim rècord oficial en 1917: 114.28 m – dreta 61.81 m – esquerra 52.47 m); després de la I Guerra Mundial es va començar a valorar tal i com ho fem en l'actualitat. A partir d'aquest moment, els resultats no van deixar de millorar:

Taula 2. Els campions olímpics en el llançament de javelina.

			I - ATENES - 1896	
			II - PARIS - 1900	
			III - SANT LOUIS - 1904	
54.825 m	Eric Lemming	SWE	IV - LONDRES - 1908	
60.64 m			V - ESTOCOLM - 1912	
I Guerra Mundial			VI - BERLÍN - 1916	I Guerra Mundial
65.78 m	Jonni Myyrä	FIN	VII - ANVERS - 1920	
62.96 m			VIII - PARIS - 1924	
66.60 m	Erik Lundqvist	SWE	IX - AMSTERDAM - 1928	
72.71 m	Matti Järvinen	FIN	X - LOS ANGELES - 1932	43.68 m Mildred Didrikson USA
71.84 m	Gerhard Stöck	GER	XI - BERLÍN - 1936	45.18 m Tilly Fleischer GER
II Guerra Mundial			XII - HÈLSINKI - 1940	II Guerra Mundial
			XIII - LONDRES - 1944	
69.77 m	Tapio Rautavaara	FIN	XIV - LONDRES - 1948	45.57 m Herma Bauma AUT
73.78 m	Cy Young	USA	XV - HÈLSINKI - 1952	50.47 m Dana Ingrova-Zatopkova TCH
85.71 m	Egil Danielsen	NOR	XVI - MELBOURNE - 1956	53.86 m Ineze Jaunzeme URS
84.64 m	Viktor Tsybulenko	URS	XVII - ROMA - 1960	55.98 m Elvira Ozolina URS
82.66 m	Pauli Nevala	FIN	XVIII - TÒQUIO - 1964	60.54 m Mihaela Penes ROM
90.10 m	Janis Lūsis	URS	XIX - MÈXIC - 1968	60.36 m Angela Nemeth HUN
90.48 m	Klaus Wolfermann	FRG	XX - MUNIC - 1972	63.88 m Ruth Fuchs GDR
94.58 m	Miklós Németh	HUN	XXI - MONTREAL - 1976	65.94 m
91.20 m	Dainis Kula	URS	XXII - MOSCOU - 1980	68.40 m María Colón CUB
86.76 m	Arto Härkönen	FIN	XXIII - LOS ANGELES - 1984	69.56 m Tessa Sanderson GBR
84.28 m	Tapio Korjus	FIN	XXIV - SEÜL - 1988	74.68 m Petra Felke GDR
89.66 m			XXV - BARCELONA - 1992	68.34 m Silke Renk GER
88.16 m	Jan Zelezny	CZE	XXVI - ATLANTA - 1996	67.94 m Heli Rantanen FIN
90.17 m			XXVII - SYDNEY - 2000	68.91 m Trine Hattestad NOR
86.50 m	Andreas Thorkildsen	NOR	XXVIII - ATENES - 2004	71.53 m Oleidys Menéndez CUB
90.57 m			XXIX - PEQUÍN - 2008	71.42 m Barbora Spotáková CZE

- El primer home que va superar les barreres dels 50 i 60 m va ser Eric Lemming (SWE 1.91 m / 94 Kg, 53.09 m en 1903 i 60.64 m en 1912; en aquest últim any també va assolir els 62.32 m que és el primer rècord oficial de l'IAAF); En 1899 ja tenia el rècord mundial amb 49.32 m i va ser bicampió olímpic en Londres-1908 i Estocolm-1912, dominant la prova a nivell internacional durant més d'una dècada. La seva tècnica consistia en una cursa curta i un ritme de tres passes que ja presentava el pas de creuament (primer exponent de la "tècnica sueca").

- En 1919, Jonni Myyrä (FIN, 1.84 m/83 Kg) va ser el primer en superar els 65 m (66.10 m) utilitzant un ritme de 5 passes i col·locació diagonal dels recolzaments preparant el pas d'encreuament (primer exponent de la "tècnica finlandesa"). Aquest bicampió olímpic (1920 y 1924) és en part responsable que Finlàndia s'afegís tant a la javelina que pràcticament és l'esport nacional en aquest país.

- El suec Eric Lundqvist, campió olímpic en Àmsterdam-28 va ser el primer atleta en superar els 70 m (71.01 m en 1928) assolint-los a l'edat de 20 anys i que no va millorar per haver de retirar-se molt jove a causa d'una malaltia mental.

- Matti H. Järvinen (FIN, 1.86 m/84 Kg) va ser el primer en assolir els 75 m (76.10 en 1933). Va batre el rècord mundial en 10 ocasions des de 1930; l'últim amb 77.23 m en 1936.

- A partir dels anys 40 es van introduir progressivament les javelines metàl·liques i, en 1953, Franklin Held (USA, 1.85 m/75 Kg) va superar la línia dels 80 m (80.41 m) llançant amb una javelina molt

estudiada i fabricada per ell, amb l'ajut del seu germà, enginyer industrial. Aquesta javelina era molt superior per les seves qualitats aerodinàmiques (“planejadora”) a les velles javelines de fusta utilitzades fins aquest moment. L'ús d'aquest tipus d'artefactes va permetre un salt qualitatiu en les marques d'aquesta especialitat. Va començar, a partir d'aquest moment, una guerra comercial entre diferents marques que fins el moment no han cessat en l'estudi de mitjans i mètodes per millorar la “penetració” de les javelines (Held, Sanvick i, més recentment també, Apollo, Acles-Pollock, Nemeth, Nordik, Nishi y O.T.E.) que permeten l'elecció més adequada segons les possibilitats de l'atleta (javelines per a 70, 75, 80, 85 m.....).

- Egil Danielsen (NOR) va superar els 85 m (85.71) l'any 1956, assolint de pas amb aquest llançament l'or olímpic en Melbourne-1956.

- Malgrat no va trencar cap barrera mundial en la cadència de 5m. que hem agafat de referent, des d'un punt de vista històric, també és important mencionar al polonès Janusz Sidlo (1.82 m/87 Kg, primer europeu en superar els 80 m en 1953) que partint d'una “tècnica sueca”, va introduir una innovació tècnica al frenar amb la cama Esquerra estesa per davant del cos, per iniciar la posició de força i, a continuació, “ficar-se” sota la javelina en la posició “d'arc tens” amb el braç llançador molt endarrerit i a l'alçada de l'espatlla (Figura 4).

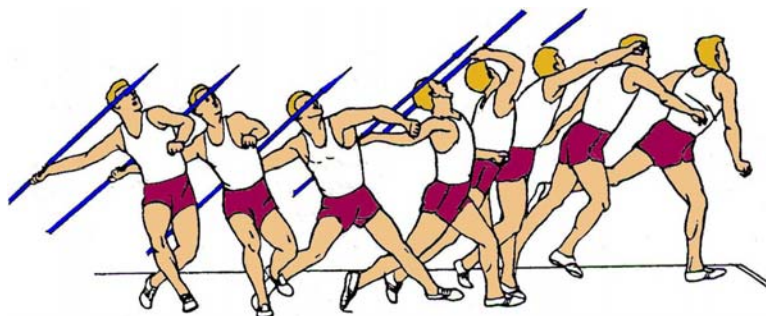


Figura 3. Janusz Sidlo – primer atleta en utilitzar la posició d'“arc tens”.

- El noruec Terje Pedersen (1.93 m/93 Kg) va superar la barrera dels 90 m (91.72 m) en 1964 i l'húngar Ferenc Paragi (1.79 m/104 Kg) la dels 95 m (96.72 m) en 1980.

- L'any 1983, Tom Petranoff (USA, 1.88 m/93 Kg) s'apropa als 100 m (99.72), barrera que finalment supera en 1984 l'alemany oriental Uwe Hohn (1.97m/96 Kg, 104.80 m). Arribats a aquest rècord, tenint en compte l'arquetip d'especialista més alt i fort que en èpoques anteriors, els models planejadors de javelines i les mesures dels estadis, l'any 1986 la IAAF es va veure obligada a modificar les normes de la javelina (avançant 6 cm el centre de masses) per provocar un aterratge més primerenc.

Amb la nova javelina, transcorreguts ja 25 anys, dotze atletes han superat els 90 m, estant l'actual rècord del món en possessió del txec Jan Zelezny amb 98.48 m des de 1996. Els rècords Estatal i de Catalunya són, respectivament, 78.78 m de Julián Sotelo (1992) i 73.05 m de Jordi Sánchez (2012).

Per la seva part, les primeres dones en superar les barreres dels 50, 60, 70 i 80 m van ser:

Klavdia Mayuchaya	(URSS)	50.32 m en 1947.
Elvira Ozolina	(URSS)	61.38 m en 1964.
Tatiana Biriulina	(URSS)	70.08 m en 1980.
Petra Felke	(DDR)	80.00 m en 1988.

Igual que en el cas dels homes, la IAAF va decidir, a partir de maig de 1999, dificultar el rendiment con el mateix recurs que per a aquells: avançar el centre de masses. El rècord mundial amb les noves especificacions està en possessió de Barbora Spotakova (CZE) des de l'any 2008 amb 72.28 m. El rècord Estatal és 64.07 m de Mercedes Chilla (2010) i el de Catalunya 53.22 m d'Eva Uroz (2000).

2. ELS FACTORS DE RENDIMENT EN LA JAVELINA

El rendiment en aquesta prova ve determinat per tres tipus de factors:

a) Factors mecànics:

- Magnitud de la força aplicada per l'atleta en l'artefacte que, a la vegada, depèn de factors psicològics i físic-tècnics.
- Temps d'aplicació de la força o, el que és el mateix, del camí d'acceleració de l'artefacte que depèn de factors morfològics i físic-tècnics.

b) Factors balístics:

- Velocitat de descàrrega de l'artefacte. La “fuetada” del braç llançador (velocitat i força gestual) és en gran mesura un element innat que s'utilitza per seleccionar els talents de la prova.
- Angle de descàrrega (angle de la trajectòria del centre de masses de la javelina respecte al terra).
- Altura de descàrrega de l'artefacte en el moment de ser alliberat de la mà de l'atleta depèn de factors morfològics i físic-tècnics.

c) Factors aerodinàmics:

- L'angle d'atac que es defineix com la diferència entre l'angle de posició (angle de l'eix longitudinal de la javelina amb l'horitzontal al terra) i l'angle de descàrrega. Aquest factor només té rellevància si també es coneixen els valors de direcció, sentit i intensitat del vent.
- La forma, la rigidesa i la situació relativa del centre de masses de la javelina en relació a la punta.
- La velocitat angular de la javelina.

Des del punt de vista morfològic, els javelinistes d'alt nivell son clarament els llançadors més “lleugers” i presenten una estatura inferior als llançadors de pes i disc (Taula 3). Entre les capacitats condicionals de fonamental incidència en aquesta disciplina són la velocitat gestual, la mobilitat articular, especialment de l'espatlla i el maluc, i la força especial.

Amés, els atletes han de presentar una gran coordinació per passar d'un gest cíclic (cursa) a un altre acíclic (preparació i llançament) i un molt desenvolupat sentit del ritme.

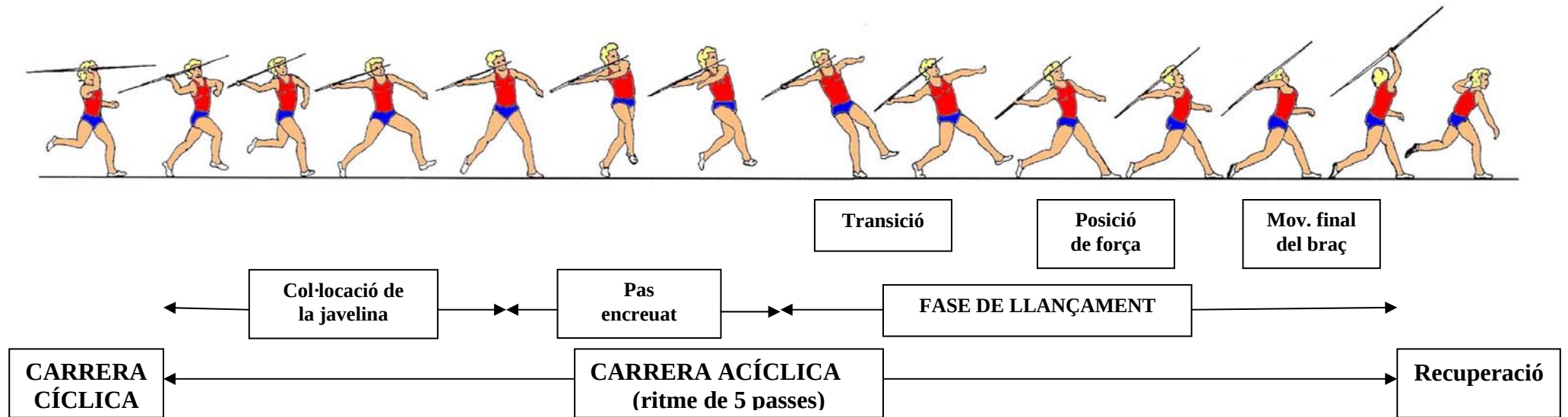


Figura 4. Fases del llançament de javelina.

Rànquing Mundial de tots els temps

JAVELINA masculina

tancat el 31-DES-2010

	<u>Atleta</u>	<u>País</u>	<u>Naixm.</u>	<u>Lloc</u>	<u>Data</u>	<u>Edat</u>	<u>Estatura</u>	<u>Peso</u>	<u>Índ. M.C.</u>
1	98,48 Jan Zelezny	CZE	16/06/1966	Jena	25-may-96	30,0	1,86	88	25,44
2	93,09 Aki Parviainen	FIN	26/10/1974	Kuortane	26-jun-99	24,7	1,91	96	26,32
3	92,61 Sergey Makarov	RUS	19/03/1973	Sheffield	30-jun-02	29,3	1,92	100	27,13
4	92,60 Raymond Hecht	GER	11/11/1968	Oslo	21-jul-95	26,7	1,90	90	24,93
5	91,69 Kostadínos Gatsioudis	GRE	17/12/1973	Kuortane	24-jun-00	26,5	1,89	95	26,60
6	91,59 Andreas Thorkildsen	NOR	01/04/1982	Oslo	2-jun-06	24,2	1,88	90	25,46
7	91,53 Tero Pitkämäki	FIN	19/12/1982	Kuortane	26-jun-05	22,5	1,93	86	23,09
8	91,46 Steve Backley	GBR	12/02/1969	Auckland	25-ene-92	23,0	1,96	100	26,03
9	91,29 Breaux Greer	USA	19/10/1976	Indianapolis	21-jun-07	30,7	1,88	102	28,86
10	90,73 Vadims Vasilevskis	LAT	05/01/1982	Tallinn	22-jul-07	25,6	1,89	80	22,40
11	90,60 Seppo Rätý	FIN	27/04/1962	Nurmijärvi	20-jul-92	30,3	1,88	105	29,71
12	90,44 Boris Henry	GER	14/12/1973	Linz	9-jul-97	23,6	1,93	103	27,65
13	89,16 A Tom Petranoff	USA	08/04/1958	Potchefstroom	1-mar-91	32,9	1,86	105	30,35
14	89,10 Patrik Bodén	SWE	30/06/1967	Austin	24-mar-90	22,7	1,87	101	28,88
15	89,02 Jarrod Bannister	AUS	03/10/1984	Brisbane	29-feb-08	23,4	1,90	98	27,15
16	88,90 Aleksandr Ivanov	RUS	25/05/1982	Tula	7-jun-03	21,0	1,94	90	23,91
17	88,75 Marius Corbett	RSA	26/09/1975	Kuala Lumpur	21-sep-98	23,0	1,97	122	31,44
18	88,70 Peter Blank	GER	10/04/1962	Stuttgart	30-jun-01	39,2	1,95	103	27,09
19	88,24 Matti Närhi	FIN	17/08/1975	Soini	27-jul-97	22,0	1,87	90	25,74
20	88,23 Petr Frydrych	CZE	13/01/1988	Ostrava	27-may-10	22,4	1,98	99	25,25
21	88,22 Juha Laukkanen	FIN	06/01/1969	Kuortane	20-jun-92	23,5	1,86	86	24,86
22	88,20 Gavin Lovegrove	NZL	21/10/1967	Oslo	5-jul-96	28,7	1,88	94	26,60
23	88,00 Vladimir Ovchinnikov	RUS	02/08/1970	Tolyatti	14-may-95	24,8	1,94	98	26,04
24	87,83 Andrus Värnik	EST	27/09/1977	Valga	19-ago-03	25,9	1,82	94	28,38
25	87,82 Harri Hakkarainen	FIN	16/10/1969	Kuortane	24-jun-95	25,7	1,94	110	29,23
26	87,81 Matthias de Zordo	GER	21/02/1988	Barcelona	31-jul-10	22,5	1,90	97	26,87
27	87,60 Kazuhiro Mizoguchi	JAP	18/03/1962	San José	27-may-89	27,2	1,81	90	27,47
28	87,40 Vladimir Sasimovich	BLR	14/09/1968	Kuortane	24-jun-95	26,8	1,78	86	27,14
29	87,34 Andrey Moruyev	RUS	06/05/1970	Birmingham	25-jun-94	24,2	1,85	90	26,30
30	87,33 Antti Ruuskanen	FIN	21/02/1984	Kuortane	25-may-08	24,3	1,90	85	23,55
31	87,23 Teemu Wirkkala	FIN	14/01/1984	Joensuu	22-jul-09	25,5	1,87	85	24,31
32	87,20 Viktor Zaytsev	UZB	06/06/1966	Moscú	23-jun-92	26,1	1,98	92	23,47
	87,20 Peter Esenwein	GER	07/12/1967	Rehlingen	31-may-04	36,5	1,88	85	24,05
34	87,17 Dariusz Trafas	POL	16/05/1972	Gold Coast (RB)	17-sep-00	28,4	1,88	87	24,62
	87,17 Guillermo Martínez	CUB	28/06/1981	Paris	8-jul-06	25,0	1,90	101	27,98
36	87,12 Tom Pukstys	USA	28/05/1968	Jena	25-may-97	29,0	1,88	98	27,73
	87,12 Emeterio González	CUB	11/04/1973	Jena	3-jun-00	27,2	1,84	105	31,01
38	86,98 Yuriy Rybin	RUS	05/03/1963	Nitra	26-ago-95	32,5	1,86	97	28,04
39	86,94 Mick Hill	GBR	22/10/1964	Londres	13-jun-93	28,7	1,90	95	26,32
40	86,80 Einar Vihljalmsón	ISL	01/06/1960	Reykjavik	29-ago-92	32,3	1,88	100	28,29
41	86,80 John Robert Oosthuizen	RSA	23/01/1987	Oudtshoorn	1-mar-08	21,1	1,88	101	28,58
42	86,74 Pal Arne Fagernes	NOR	08/06/1974	Sydney	22-sep-00	26,3	1,85	103	30,09
43	86,68 Tero Järvenpää	FIN	02/10/1984	Tampere	27-jul-08	23,8	1,88	95	26,88
44	86,67 Andrew Currey	AUS	07/02/1971	Wollongong	22-jul-01	30,5	1,84	95	28,06
45	86,64 Klaus Tafelmeier	FRG	12/04/1958	Gelsenkirchen	12-jul-87	29,3	1,90	95	26,32
	86,64 Ainars Kovals	LAT	21/11/1981	Pekín	23-ago-08	26,8	1,92	100	27,13
47	86,63 Harri Haatainen	FIN	05/01/1978	Gasthead	19-ago-01	23,6	1,86	85	24,57
48	86,50 Tapio Korjus	FIN	10/02/1961	Lahti	25-ago-88	27,6	1,96	105	27,33
49	86,47 Eriks Rags	LAT	01/06/1975	Londres	22-jul-01	26,2	1,83	93	27,77
50	86,45 Vitezlav Vesely	CZE	27/02/1983	Olomouc	8-may-10	27,2	1,86	92	26,59
88,62 PROMIG						26,6	1,89	96	26,78
2,37 DESVIACIÓ ESTÀNDARD						3,8	0,04	8	2,05
						Màxim	39,2	1,98	122
						Mínim	21,0	1,78	80
83,65 100°									
80,82 200°									
79,52 300°									

Finlàndia 11 atletes
Alemanya 6
Rússia 5

Rànquing Mundial de tots els temps

JAVELINA femenina

tancat el 31-DES-2010

	<u>Atleta</u>	<u>País</u>	<u>Naixem.</u>	<u>Lloc</u>	<u>Data</u>	<u>Edat</u>	<u>Estatura</u>	<u>Peso</u>	<u>Índ. M.C.</u>	
1	72,28	Barbora Spotakova	CZE	30/06/1981	Stuttgart	13-sep-08	27,2	1,82	80	24,15
2	71,70	Osleidys Menéndez	CUB	14/11/1979	Helsinki	14-ago-05	25,8	1,78	77	24,30
3	70,78	Mariya Abakumova	RUS	15/01/1986	Pekín	21-ago-08	22,6	1,79	80	24,97
4	70,20	Christina Obergföll	GER	22/08/1981	Munich	23-jun-07	25,9	1,75	71	23,18
5	69,48	Trine Hattestad	NOR	18/04/1966	Oslo	28-jul-00	34,3	1,73	76	25,39
6	68,34	Steffi Nerius	GER	01/07/1972	Elstal	21-ago-08	36,2	1,78	69	21,78
7	67,67	Sonia Bisset	CUB	01/04/1971	Salamanca	6-jul-05	34,3	1,71	69	23,60
8	67,51	Miréla Manjani / Tzelíli	GRE	21/12/1976	Sydney	30-sep-00	23,8	1,65	64	23,51
9	67,20	Tatyana Shikolenko	RUS	10/05/1968	Mónaco	18-ago-00	32,3	1,75	79	25,80
10	67,16	Martina Ratej	SLO	02/11/1981	Doha	14-may-10	28,5	1,78	69	21,78
11	66,91	Tanja Damaske	GER	16/11/1971	Erfurt	4-jul-99	27,6	1,77	69	22,02
12	66,81	Linda Stahl	GER	02/10/1985	Barcelona	29-jul-10	24,8	1,72	63	21,30
13	66,80	Louise Currey	AUS	24/01/1969	Gold Coast (RB)	5-ago-00	31,6	1,74	65	21,47
14	66,67	Kara Patterson	USA	10/04/1986	Des Moines, IA	25-jun-10	24,2	1,75	76	24,82
15	66,38	Sunette Viljoen	RSA	06/10/1983	Praha	14-jun-10	26,7	1,68	63	22,32
16	65,91	Nikola Brejchová	CZE	25/06/1974	Linz	2-ago-04	30,1	1,80	77	23,77
17	65,75	Goldie Sayers	GBR	16/07/1982	Pekín	21-ago-08	26,1	1,71	69	23,60
18	65,30	Claudia Coslovich	ITA	26/04/1972	Ljubljana	10-jun-00	28,1	1,70	70	24,22
19	65,29	Xiomara Rivero	CUB	22/12/1968	Santiago C.	17-mar-01	32,3	1,76	78	25,18
20	65,17	Karen Forkel	GER	24/03/1970	Erfurt	4-jul-99	29,3	1,73	65	21,72
21	65,08	Ana Mirela Termure ☹	ROM	13/01/1975	Bucarest	10-jun-01	26,4	1,75	66	21,55
22	64,90	Paula Tarvainen	FIN	17/02/1973	Helsinki	10-ago-03	30,5	1,67	68	24,38
23	64,89	Yekaterina Ivakina	RUS	07/12/1964	Oslo	28-jul-00	35,7	1,68	67	23,74
24	64,87	Kelly Morgan	GBR	17/06/1980	Birmingham	14-jul-02	22,1	1,81	73	22,28
25	64,83	Christina Scherwin	DEN	11/07/1976	Stuttgart	9-sep-06	30,2	1,76	67	21,63
26	64,62	Joanna Stone-Nixon	AUS	04/10/1972	Runaway Bay	5-ago-00	27,9	1,73	66	22,05
	64,62	Nikolett Szabó	HUN	03/03/1980	Pátra	22-jul-01	21,4	1,68	65	23,03
28	64,61	Oksana Makarova	RUS	21/07/1971	Paris	19-jun-99	27,9	1,80	90	27,78
29	64,53	Kathrina Molitor	GER	08/11/1983	Leverkusen	25-jun-10	26,6	1,83	79	23,59
30	64,51	Madara Palameika	LAT	18/06/1987	Kaunas	19-jul-09	22,1	1,84	74	21,86
	64,51	Monica Stoian	ROM	25/08/1982	Berlín	18-ago-09	27,0	1,69	67	23,46
32	64,49	Valeriya Zabruskova	RUS	29/07/1975	Tula	7-jun-03	27,9	1,68	65	23,03
33	64,46	Dörthe Friedrich	GER	21/06/1973	Wattenscheid	7-jul-02	29,1	1,74	68	22,46
34	64,34	Oksana Yarygina	RUS	24/12/1972	Krasnodar	29-may-99	26,4	1,70	65	22,49
35	64,19	Kim Kreiner	USA	26/07/1977	Fortaleza	16-may-07	29,8	1,75	78	25,47
36	64,08	Barbara Madejczyk	POL	30/09/1976	Málaga	28-jun-06	29,8	1,80	81	25,00
37	64,07	Mercedes Chilla	ESP	19/01/1980	Valencia	12-jun-10	30,4	1,70	60	20,76
38	64,06	Taina Kolkkala	FIN	24/10/1976	Pihtiopudas	23-jul-00	23,8	1,73	74	24,73
39	64,03	Mikaela Ingberg	FIN	29/07/1974	Berlín	1-sep-00	26,1	1,74	75	24,77
40	63,92	Jianhua Wei	CHN	23/03/1979	Pekín	18-ago-00	21,4	1,70	68	23,53
41	63,89	Felicia Tilea-Moldovan ☹	ROM	29/09/1967	Zürich	16-ago-02	34,9	1,69	70	24,51
42	63,73	Lavern Eve	BAH	16/06/1965	Nashville, TN	22-abr-00	34,9	1,79	77	24,03
43	63,69	Lei Li	CHN	09/10/1974	Jinzhou	8-jun-00	25,7	1,75	74	24,16
44	63,65	Indrė Jakubaitytė	LTU	24/01/1976	Kaunas	14-sep-07	31,7	1,77	70	22,34
45	63,53	Urszula Piwnicka	POL	06/12/1983	Kalamata	30-may-09	25,5	1,69	70	24,51
46	63,49 A	Justine Robbeson	RSA	15/05/1985	Potchefstroom	16-feb-08	22,8	1,67	58	20,80
	63,49	Kimberley Mickle	AUS	28/12/1984	Perth	15-mar-09	24,2	1,66	65	23,59
48	63,36	Vira Rebryk	UKR	25/02/1989	Estambul	12-jun-10	21,3	1,74	65	21,47
49	63,35	Lada Chernova	RUS	01/01/1970	Tula	1-ago-07	37,6	1,72	75	25,35
50	63,32	Khristina Georgieva	BUL	03/01/1972	Atenas	28-jun-00	28,5	1,76	74	23,89
65,57						PROMIG	28,0	1,74	71	23,42
2,22						DESVIACIÓ ESTÀNDARD	4,2	0,05	6	1,50
						Màxim	37,6	1,84	90	27,78
60,68 100°						Mínim	21,3	1,65	58	20,76
Rússia - Alemanya				7 atletes						
FIN - CUB - AUS - ROM				3						
CZE - USA - RSA - GBR - POL - CHN				2						

Taula 3. Característiques mitjana dels 50 millors llançadors de javelina de tots els temps (tancat a 30-12-2010).

	Edat (anys)	Estatura (m)	Pes (Kg)	Ind. M.C. (Kg/m ²)
Homes	27 ± 4	1.89 ± 4	96 ± 8	27 ± 2
Dones	28 ± 4	1.74 ± 5	71 ± 6	23 ± 2

3. MODEL TÈCNIC

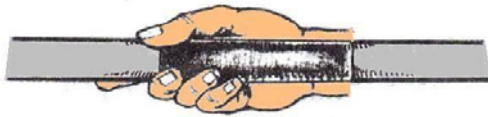
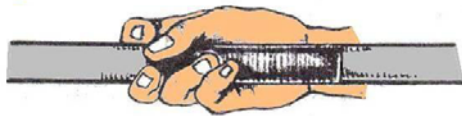
Pel seu estudi, el llançament de javelina pot dividir-se en les següents fases:

- 1) Cursa preparatòria amb dues parts:
 - Cursa cíclica i
 - Cursa acíclica o passes especials.
- 2) Fase de llançament (que forma part de les passes especials)
- 3) Fase de recuperació.

3.1. SELECCIÓ DE LA JAVELINA I LA SEVA PRESA

Amb intencions competitives, la selecció de la javelina pot ser un pas previ fonamental doncs a pesar del Reglament encara hi ha diferències de capacitat aerodinàmica entre els models, sobretot en les utilitzades per les categories federatives inferiors a la Júnior. Malgrat seleccionar una javelina planejadora no és aconsellable per a llançaments inferiors als 35 m perquè en una distància tan curta no donarà temps a que basculi i aterrarà plana o de cua (llançament nul).

Per comparar aproximadament les qualitats aerodinàmiques de dues javelines de models diferents, aquestes s'han de col·locar verticalment amb la punta al terra. Des d'aquesta posició, la javelina amb el cordatge més alt serà més planejadora que l'altra. Si els cordatges estan a la mateixa alçada, la javelina més planejadora serà la que presenti el cap més gruixut. Finalment, si els caps són semblants, la més planejadora serà la javelina més afilada.

Agafada americana**Agafada finlandesa****Agafada trinxada***Figura 5. Tipus d'agafada.*

L'agafada de la javelina té com objectiu subjectar l'artefacte ferm i còmodament durant la cursa d'impuls i per a l'òptima descàrrega. Aquesta agafada pot ser de tres tipus (Fig. 5):

a) Agafada americana: els tous dels dits polze i índex recolzats forts en la part posterior del cordatge. És l'agafada més utilitzada.

b) Agafada finlandesa: els tous dels dits polze i el dit del mig recolzats forts en la part posterior del cordatge. El dit índex està relaxat sobre la javelina i generalment apuntant fins la cua.

c) Agafada trinxada: la javelina col·locada entre els dits índex i el del mig que es recolzen forts sobre la vora posterior del cordatge. En l'actualitat, aquesta agafada és molt poc utilitzada..

Les tres tipus d'agafada tenen en comú que la javelina es recolza diagonalment en la mà. En el transport, la mà que subjecta ha d'estar relaxada i amb el palmell cap amunt i l'avantbraç paral·lel a la javelina.

3.2. Fase 1: Carrera preparatòria cíclica

L'objectiu de la carrera preparatòria és accelerar al sistema atleta-javelina fins la velocitat òptima. En la pràctica, la longitud, la forma, el ritme i la velocitat de la cursa varia molt d'un atleta a un altre, per la majoria dels llançadors d'alt nivell presenten les següents característiques:

- Es tracta d'una carrera en acceleració, controlada i rítmica de 8 a 10 passes (límits 6-12).
- La majoria dels atletes corre amb els genolls alts i recolzaments "percutants" de metatars (Zelezny) el que facilita una rapidesa i un dinamisme majors en les fases posteriors. Alguns llançadors utilitzen altre tipus de cursa més tranquil·la amb desenvolupament complet del peu durant el recolzament (Rathy).
- La velocitat que s'assoleix durant aquesta fase és, en la majoria dels casos, de 6 a 7 m/s (límits 5-8). Malgrat la lògica ens diu el contrari, no sembla existir una clara correlació entre la velocitat de cursa i la velocitat de descàrrega de l'artefacte; d'un atleta a un altre amb rendiments equivalents, poden observar-se grans diferències: Uwe Hohn (DDR) 104.80 m (javelina planejadora) assolí 6 m/s con 5 passes de cursa; a la vegada que Jan Zelezny (CZE), actual rècord del món amb 98.48 m, presenta 12 passes de cursa i supera els 7 m/s. Tanmateix, els tècnics sí semblen estar d'acord en que una òptima velocitat permet realitzar en millors condicions la part final de la "posició de força".

Resumint, la velocitat i el ritme de la cursa han d'estar en funció del nivell de mestria tècnica de l'atleta. La javelina es transporta sobre l'espatlla gairebé horitzontal al terra. La punta de l'artefacte a l'alçada del front. El cos de l'atleta pràcticament vertical, mirant al front. El colze dret "obert" en el plànol de les espatlles. El braç esquerre una mica "obert" i oscil·lant de forma natural al ritme dels recolzaments. Aquest posicionament permet activar l'estirament de l'espatlla facilitant la seva col·locació posterior en pre-rotació externa, situació muscular indispensable per a un bon llançament.

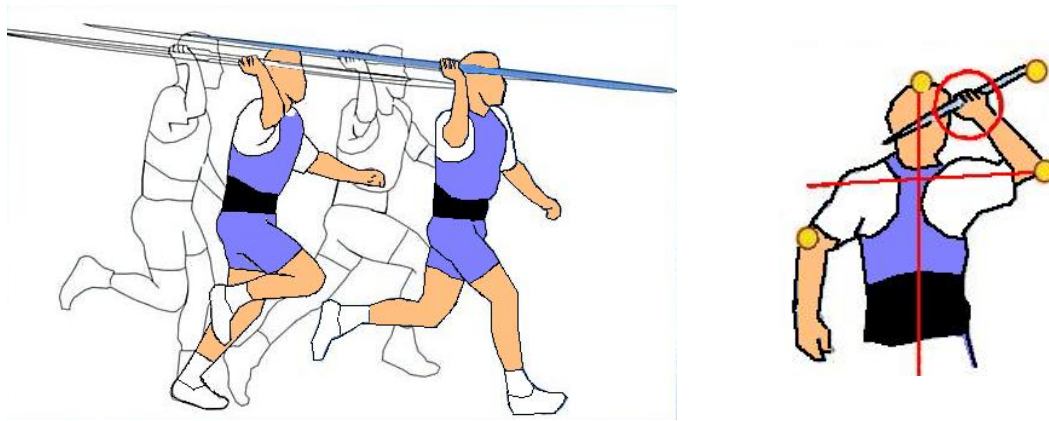


Figura 6. Cursa preparatòria cíclica.

3.3. Fase 2: Carrera acíclica o passes especials.

Les passes especials tenen com a objectiu assolir les condicions biomecàniques òptimes de col·locació tant de la javelina como del cos per a la descàrrega final.

Després d'assolir una segona referència, l'atleta inicia les passes especials que poden ser de quatre a set; figurant el ritme de cinc passes el més freqüent entre els atletes d'alt nivell.

El ritme de cinc passes comprèn:

- La col·locació o endarreriment de la javelina,
- El pas d'impuls o encreuat, i
- La fase de llançament o descàrrega.

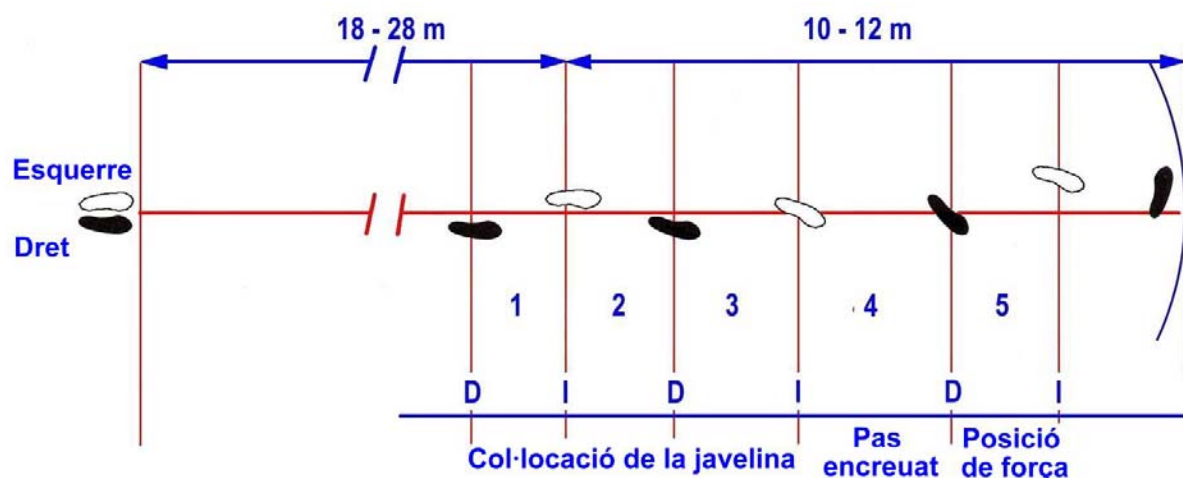


Figura 7. Les passes especials. El ritme de cinc passes i les seves diferents parts.

3.3.1. La col·locació o endarreriment de la javelina

El seu objectiu es ubicar correctament la javelina pel llançament. Pot completar-se en dues o tres passes.

Consisteix en girar el tronc, que queda mirant cap a la dreta (atleta dretre), al mateix temps que el braç llançador (dret) s'estén cap enrere alineant-se amb les espatlles, resultant la punta de la javelina al nivell del front.

Al finalitzar la col·locació, el braç de llançament es troba a la mateixa alçada o una mica per sobre de la seva espatlla.

En l'actualitat els millors atletes utilitzen dues tècniques diferents de col·locació/endarreriment:

- **La tècnica finlandesa** o col·locació/endarreriment per sota: l'atleta gira la línia d'espatlles cap la dreta portant, en un moviment circular, el colze dret endavant i baix, estirant després aquest braç cap endarrera (Zelezny).

Aquesta tècnica facilita la relaxació del braç en la fase descendent, però també provoca una col·locació de l'espatlla dreta en rotació interna podent dificultar la seva acció correcta en fases posteriors.

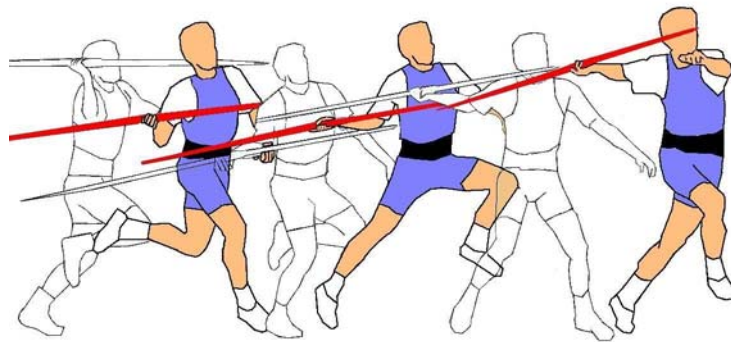


Figura 8. Col·locació de la javelina en la tècnica finlandesa

- **La tècnica sueca** o col·locació/endarreriment per dalt: va aparèixer juntament amb les javelines metàl·liques; és la variant tècnica més senzilla i més utilitzada per la majoria d'atletes. Consisteix en estirar el braç cap enrere des de la seva posició alta de la cursa cíclica, al mateix temps que el tronc gira per quedar mirant cap la dreta (atleta dretre).

Aquest tipus de col·locació permet que l'espatlla dreta conservi la pre-rotació externa necessària per a la descàrrega.

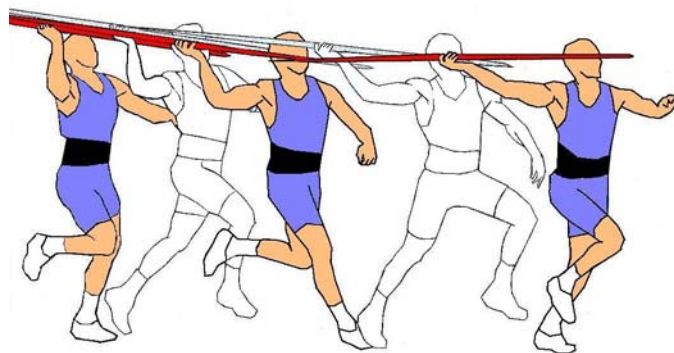


Figura 9. Col·locació de la javelina en la tècnica sueca.

3.3.2. El pas encreuat o d'impuls

El pas encreuat o d'impuls és el penúltim de les passes especials i té com a objectiu preparar la col·locació del cos per a la descàrrega final de l'artefacte. Malgrat existeixen varies tècniques d'execució, en funció de com es col·locarà el peu dret en el terra (i, per tant, la pelvis) al final d'aquest pas, en els millors javelinistes actuals podem observar una marcada impulsió en el penúltim recolzament esquerra i un enèrgic avançament de la cama dreta que va al davant flexionada pel genoll. El resultat és el pas més llarg de la cursa acíclica i en el que el tren inferior avança al superior augmentant el retard de la javelina. L'atleta ha d'intentar que aquest impuls des de tot el peu sigui pla per perdre la menor velocitat possible. Malgrat això, i degut a la major longitud d'aquest pas, es aquí on inevitablement es produeix la major pèrdua de velocitat (Taula 6).

Com pot observar-se en la Figura 10, el pas encreuat es caracteritza per:

- 1) Els colzes i les espatlles paral·lels a la trajectòria.
El braç dret està amb el palmell de la mà cap amunt.
- 2) La punta de la javelina continua col·locada al nivell del front.
- 3) La mirada de l'atleta està fixada en la direcció del llançament amb el cap en lleugera flexió dorsal.
- 4) La línia de malucs en la direcció del llançament amb el maluc esquerre molt "obligat" cap endavant.
- 5) El genoll i el peu drets estan orientats cap endavant.
- 6) El tronc s'inclina en la direcció oposada al llançament.
- 7) L'espatlla dreta es col·loca una mica per sota la línia que uneix l'espatlla esquerra amb el colze dret.
- 8) L'avantbraç dret inicia una rotació externa que accentua la col·locació de la mà palmell cap amunt.

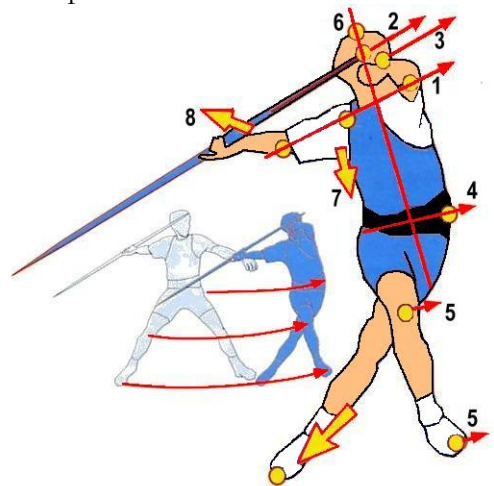


Figura 10. El pas d'encreuament.

3.4. La fase de llançament

Amb l'arribada del peu dret al terra, s'inicia la fase de llançament en la que poden distingir-se tres parts claus:

- La transició,
- La posició de força, i
- El moviment final del braç.

3.4.1. La transició

L'objectiu de la transició es transferir velocitat des de les cames al tronc. En l'actualitat, els millors javelinistes, recolzen el peu dret col·locant-lo obliquament a la direcció de la cursa i, consegüentment, els malucs es posicionen de mateixa forma.

Com ja es va comentar pels salts d'alçada i llargada, també aquí el peu dret dels millors atletes actuals tendeix a col·locar-se de metatars més que de taló i amb una posició "alta" de malucs. (Fig. 11). A partir d'aquí, el moviment que realitzen els atletes consisteix més en portar el tronc cap enrere que un avanç del peu dret lluny endavant com es buscava en altres èpoques (Fig. 12 A). A, la inclinació cap enrere del cos és petita en els millors especialistes (15-20°) major en els atletes de nivell inferior (fins a 40°).



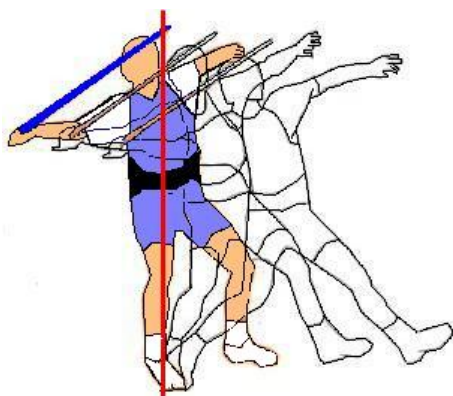
Figura 11. La transició (vista posterior).

El punt tècnic més important és l'absència de trencament a nivell del maluc dret, restant la pelvis de perfil en retroversió, assegurant així una bona alineació peu-maluc-espatlla- (tots ells del costat dret) (Fig. 11).

Els punts clau que caracteritzen aquesta part de la fase de llançament són els següents: (Figura 12 B):

- 1) El tronc es troba mirant a la dreta amb colzes i espatlles alineats i orientats cap la trajectòria del llançament.
- 2) La punta de la javalina continua a l'alçada del front.
- 3) La mirada dirigida envers la trajectòria del llançament.
- 4) La pelvis en retroversió. La línia de malucs casi en direcció a la trajectòria del llançament. El maluc dret sobre la línia peu-espatlla drets.
- 5) El genoll i el peu drets segueixen orientats cap endavant.
- 6) El cos inclinat cap enrere.
- 7) L'avantbraç es flexiona per darrera del cap amb el colze alt.

A



B

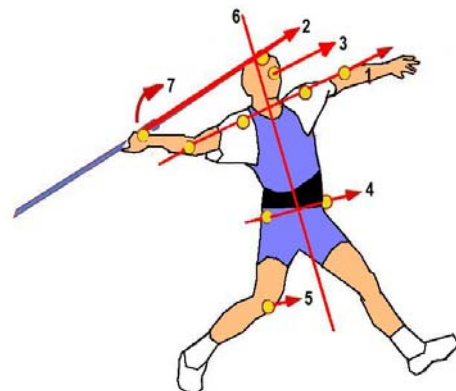


Figura 12. La transició.

Taula 6. Velocitats de cursa en els finalistes del llançament de javelina. Campionats del Món de Roma-1987 (Menzel, 1988).

Atleta	Estatura (m)	Marca (m)	Amplitud de les passes								Velocitat de les passes		
			Col·locació				Encreuament		Posició Força				
			L3		L2		L1		L0		V3 (m/s)	V2 (m/s)	V1 (m/s)
			(m)	(%E)	(m)	(%E)	(m)	(%E)	(m)	(%E)			
Seppo Rätty FIN	1,88	82,32	1,42	75,5	1,70	90,4	2,29	121,8	1,54	81,9	6,8	6,7	6,3
Jan Zelezny CZE	1,86	82,20	1,52	81,7	1,81	97,3	1,56	83,9	1,42	76,3	6,9	7,2	6,8
Tom Petranoff USA	1,86	80,46	1,35	72,6	1,68	90,3	2,25	121,0	1,54	82,8	7,2	7,0	7,1
Viktor Yevsyukov KZK	1,90	80,34	1,89	99,5	2,18	114,7	2,74	144,2	1,47	77,4	6,6	6,9	6,3
Mick Hill GBR	1,90	78,14	1,68	88,4	1,86	97,9	2,40	126,3	1,54	81,1	7,0	7,2	7,3
Kazuhiro Mizoguchi JAP	1,81	77,78	1,72	95,0	2,06	113,8	1,26	69,6	1,51	83,4	7,6	7,6	7,6
Dag Wennlund SWE	1,88	76,76	1,57	83,5	1,63	86,7	1,41	75,0	1,43	76,1	6,2	5,5	5,7
Lev Shatilo URS	1,84	71,42	2,10	114,1	1,92	104,3	2,64	143,5	1,57	85,3	7,2	7,5	7,5
Promig	1,87	78,68	1,66	88,80	1,86	99,44	2,07	110,66	1,50	80,54	6,9	7,0	6,8
Desviació Estàndard	0,03	3,57	0,25	13,69	0,19	10,68	0,58	30,12	0,06	3,51	0,4	0,7	0,7

3.4.2. La posició de força

L'objectiu de la posició de força (o de bloqueig) és transferir la velocitat des del tronc a l'espatlla i braç llançadors.

Amb l'arribada del peu esquerre es produeix una acció de frenada sobre el sistema atleta-javelina, que desencadena els mecanismes de transferència seqüencial d'energia d'uns segments a altres, des del peu dret (segment proximal) fins arribar a la javelina (segment distal) en el moment final de la descàrrega. L'arribada del peu esquerre és de taló passant violentament a planta amb la punta adreçada al front o lleugerament a l'interior (Figura 13). El genoll ha d'aguantar la frenada brusca sense que la flexió sigui superior als 160° durant tota l'acció final del llançament.

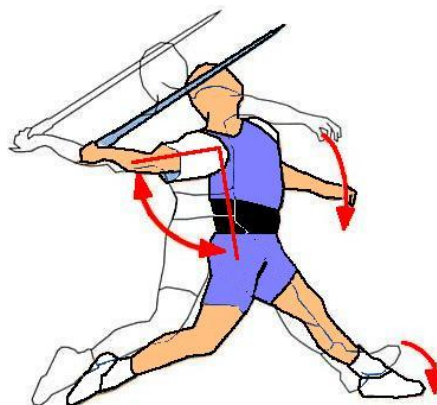


Figura 13. La posició de força.

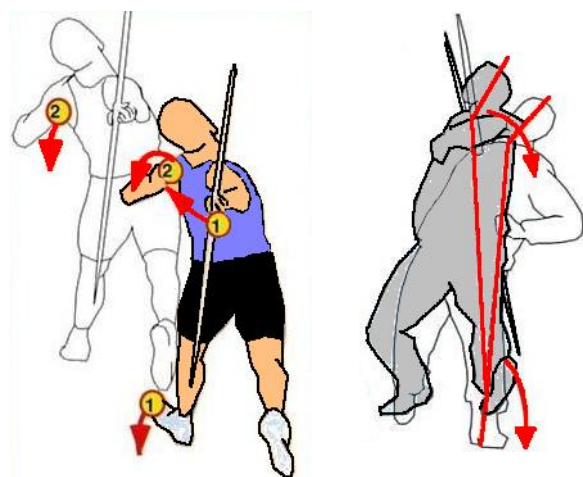


Figura 14. La posició de força (vistes posterior i anterior).

El braç esquerre descendeix al costat del cos, romandre l'espatlla esquerra "tancada" (Fig. 14). La cama esquerra realitza una acció de rotació, que comença des del peu (Figura 15, 1), i d'extensió de la cama per portar el maluc dret cap endavant. Simultàniament a la col·locació del peu esquerre, el braç i l'espatlla drets s'obren en rotació externa, el colze es porta cap enrere, l'avantbraç dret lleugerament flexionat per portar la mà a la vertical del peu esquerre; restant els malucs i la línia de les espatlles perpendiculars a la direcció del llançament.

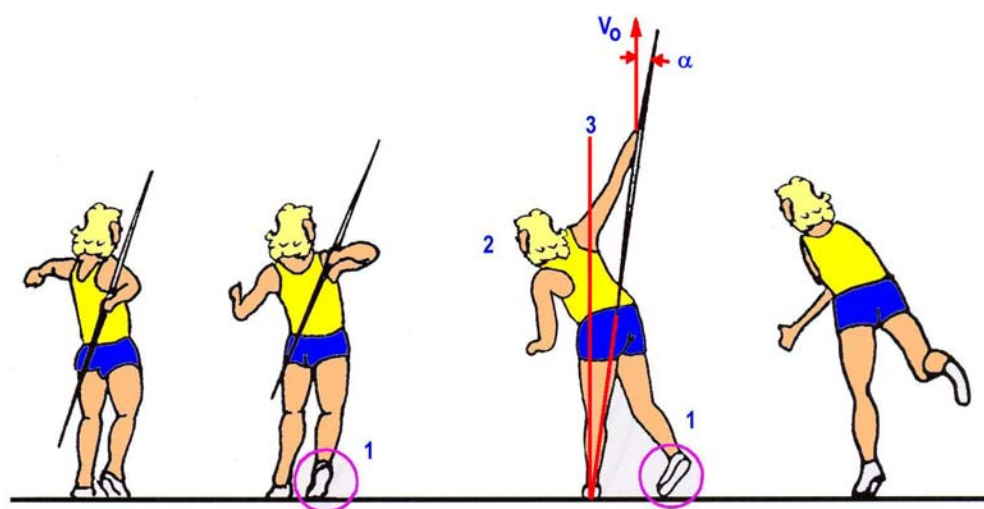


Figura 15. Vista posterior de la fase de llançament. V_0 : velocitat de descàrrega; α : angle de desviació lateral.

L'avançament de la pelvis i l'encadenament gairebé simultani dels tres moviments elementals (el “plantazo” del peu esquerre, el descens en rotació externa de l'espatlla i braç esquerres amb bloqueig d'aquest costat, així com a la col·locació al front amb una rotació externa d'espatlla i braç drets) pre-tensiona la musculatura superior del tronc (pectoral major, fascicle anterior del deltoïdes i els serrats) i fan que l'atleta es trobi en la posició d'“arc tens” (Figura 16). El moviment del colze per darrera del pla del tronc és comú als tres llançaments clàssics (peso, disc i javelina), però en el llançament de javelina el braç es col·loca en rotació externa per la basculació cap enrere del pla format pel braç i avantbraç, provocant que els rotadors interns de l'espatlla “s'enrosquin” al voltant de l'extrem de l'húmer com el ressort elàstic d'una hèlix

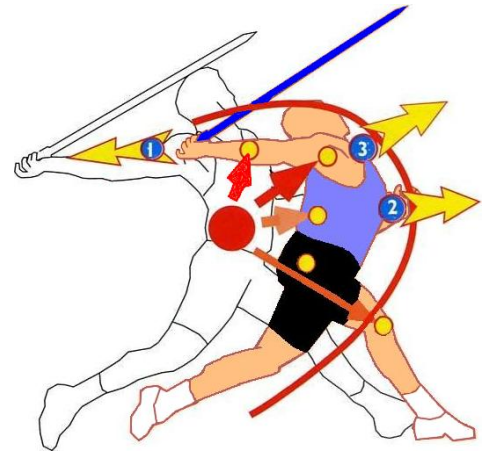


Figura 16. La posició d'arc tens.

La majoria de lesions del colze que es produeixen en aquesta especialitat són conseqüència d'una insuficiència tècnica (coordinació específica) o condicional (relaxació, flexibilitat i potència) de l'articulació del colze.

3.4.3. El moviment final del braç

L'objectiu d'aquest moviment és transferir la velocitat des de l'espatlla i el braç del costat dret a la javelina.

A partir de la posició d'arc tens, l'atleta “munta” el seu cos sobre la cama esquerra que s'estén sobre la cama esquerra, i mitjançant una fuetada explosiva portar endavant primer l'espatlla, després el colze (per sobre de l'espatlla) i finalment la mà que llança la javelina (Figura 17). Aquesta fuetada resulta de la contracció reactiva de la musculatura tensionada durant la fase anterior.

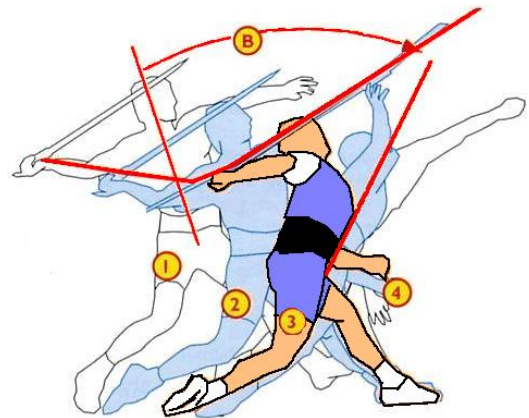


Figura 17. Moviment final del braç.

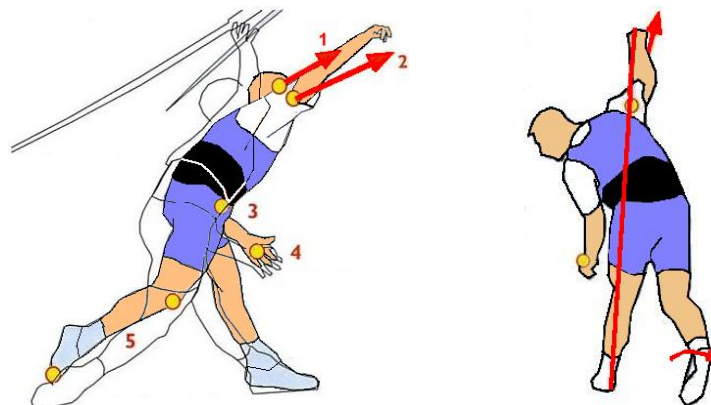


Figura 18. Liberació de la javelina.

En l'instant de la descarrega, des de la perspectiva posterior, es pot traçar una línia recta des del recolzament esquerra fins a la mà de llançament; aquesta línia s'allunya lleugerament de la perpendicular al terra (Figura 15, 3). El cap i el tronc s'inclinen cap a l'esquerra durant aquesta fase; així s'assoleix l'extensió del costat de llançament sobre el costat esquerre (Figura 15, 2).

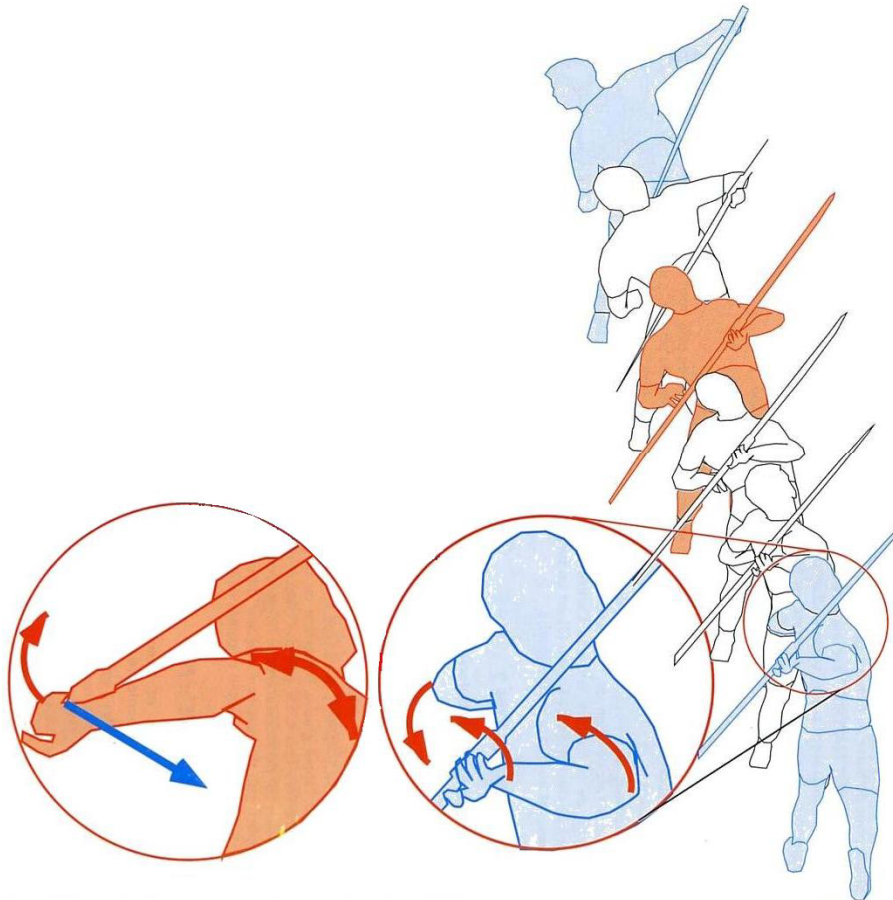


Figura 19. Replegament de l'avantbraç dret per darrera del cos.

En el temps que va de la col·locació del peu dret a l'esquerra final (160 mil·lisegons en Zelezny), l'avantbraç dret es replega per darrera del cap de tal manera que, a mesura que es realitza la rotació del tronc al davant (Fig. 19), l'“esquadra” constituïda per l'avantbraç i el braç “rebota” en l'esquena de l'atleta per la inèrcia del braç i la javelina com a la “mandíbula” d'un cep on els rotadors interns de l'espatlla, posats en tensió, fan de resort descarregant la “fuetada”.

La coordinació seqüencial dels impulsos parcials en l'acció final serà determinant en el resultat (Figura 20). Aquest requisit, també anomenat de “seqüència ordenada dels moviments dels segments corporals”, es refereix a que els moviments dels segments corporals han d'actuar de forma seqüencial transferint la seva quantitat de moviment d'uns segments a altres en direcció proximal-distal (del recolzament fins a l'artefacte). Per a que la transferència sigui eficaç haurà de frenar-se l'extrem proximal per a que el distal “reculli” la seva velocitat i la pugui incrementar. La massa de l'atleta és important donat que permet establir el cos (sobretot en les rotacions) i fa possible la frenada. Les accions es desencadenen respectant l'ordre d'intervenció cronològic, un començament prematur de l'acció de la mà, suposa una errada tècnica que fa impossible la utilització de tot el potencial del llançador.

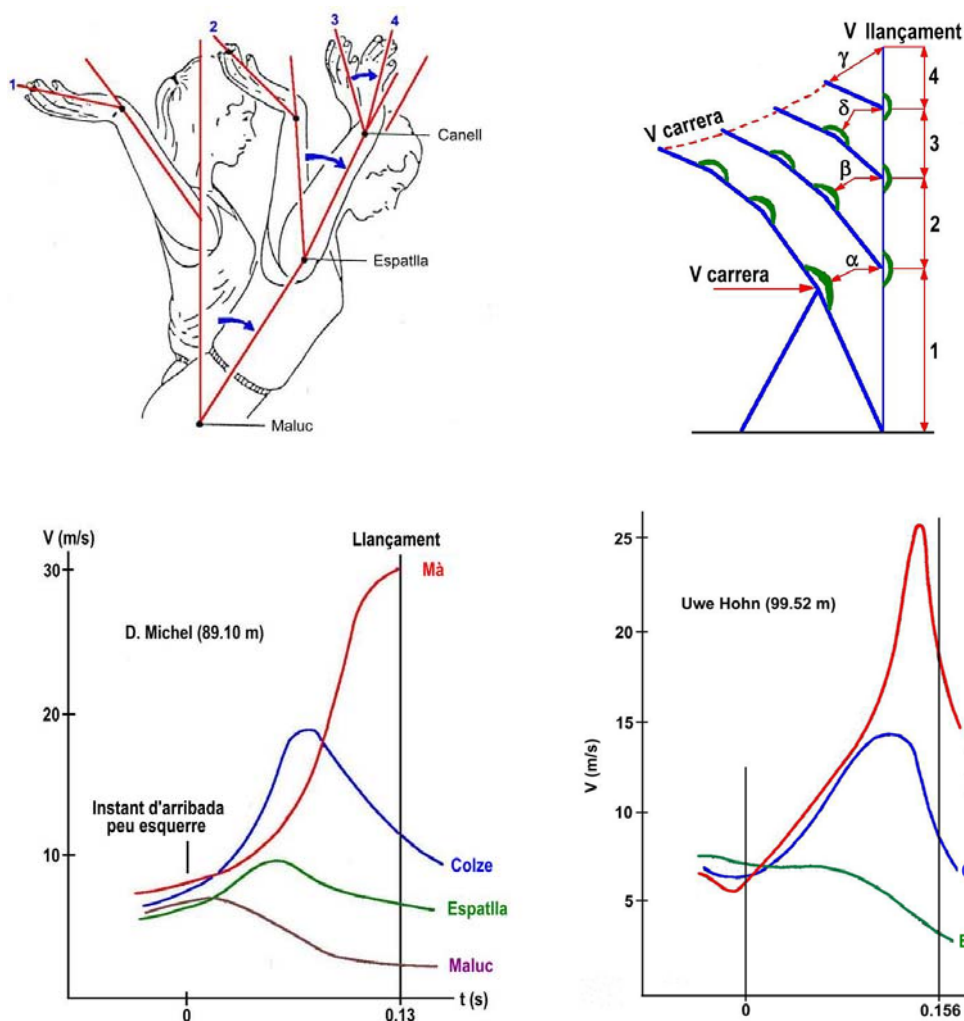


Figura 20. Velocitat lineal i ordre seqüencial de les diferents parts del cos.

3.5. La fase de recuperació

Un cop alliberada la javelina, l'atleta la segueix amb la vista durant unes fraccions de segon, però des de que la cama dreta sobrepassa a l'esquerra, només ha de preocupar-se de la línia límit marcada en el terra i on col·loca el peu dret. Segons el reglament, el llançament no ha finalitzat fins que l'atleta no ha sortit de l'àrea d'impuls, després del contacte de la javelina amb el terra.

La recuperació, després de passar per sobre de la cama esquerra, ha de produir-se en l'eix de la cursa o lleugerament a l'esquerra, mantenint l'equilibri i a una distància d'1 a 2 metres de la línia.

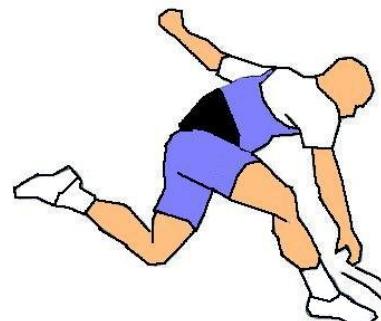


Figura 21. La recuperació.

4. ASPECTES BIOMECÀNICS

Les passes especials i l'amplitud del camí d'acceleració són paràmetres importants per assolir una bona descàrrega de la javelina. L'acceleració de la descàrrega comença amb la col·locació del peu dret al final del pas d'encreuament i finalitza quan s'allibera la javelina.

El camí d'acceleració ha de ser tan recte com sigui possible. La figura 23 mostra algunes dades d'un llançament competitiu de 94.44 m d' Uwe Hohn; des d'una perspectiva zenital pot observar-se la posició dels peus i de la javelina en les últimes quatre passes (la dificultat de que coincidixin ambdues gràfiques és evident).

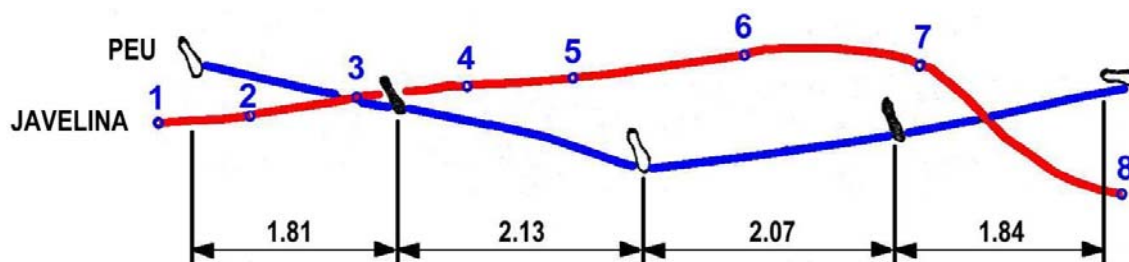


Figura 22. Vista zenital de la col·locació dels peus i la trajectòria del centre de masses de la javelina. (Harnes, 1988).

La Figura 23 és la vista lateral del camí d'acceleració durant la posició de força. Es poden observar en les tres seccions (I, II i III) la javelina i el seu centre de masses que segueix una trajectòria gairebé recta; només en la última secció de la fase de descàrrega (catapulta de l'avantbraç) es pot detectar una desviació.

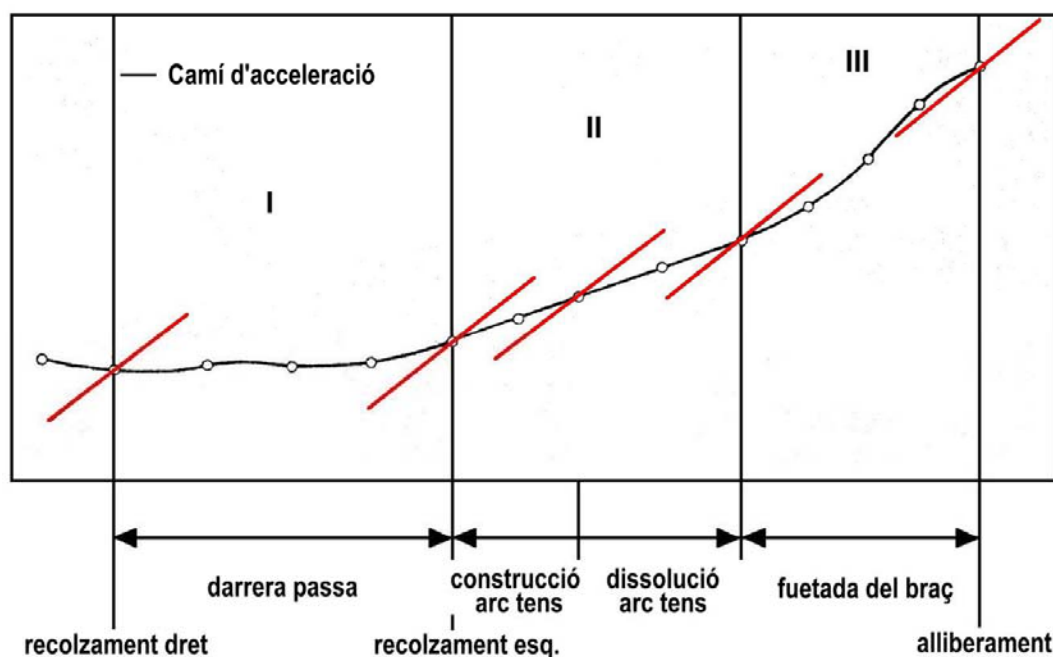
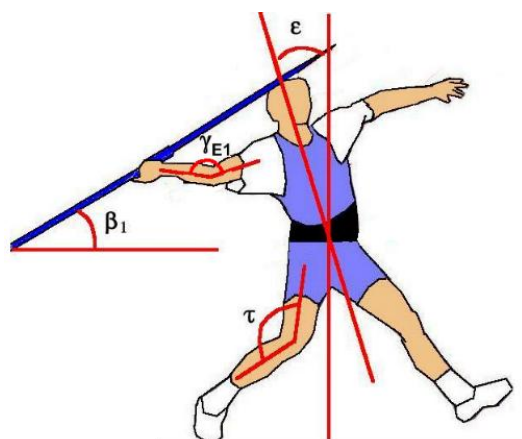


Figura 23. Camí d'acceleració de la javelina en la fase de descàrrega. (Simplificat de Bauersfeld / Schröter, 1986).

Els indicadors utilitzats per verificar la posició òptima del llançador al final de la fase acíclica són (Figura 24 y Taula 7):



- Angle d'inclinació de l'eix longitudinal del cos (ϵ)
- Angle del genoll de la cama de suport (τ)
- Angle del cos del braç llançador (γ_{E1})
- Angle de posició (de la javelina) (β_1).

Figura 24. Indicadors tècnics.

Taula 7. Indicadors del final de la fase acíclica. Ct. Món Roma-1987. Menzel, 1988.

Atleta		Marca (m)	ϵ (°)	τ (°)	γ_{E1} (°)	β_1 (°)
Sepo Rätty	FIN	82.32	14	160	158	32
Jan Zelezny	CZE	82.20	19	162	147	43
Tom Petranoff	USA	80.46	28	175	154	44
Viktor Yevsyukov	KZK	80.34	36	162	151	21
Mick Hill	GBR	78.14	18	156	163	28
Kazuhiro Mizoguchi	JAP	77.78	35	161	167	37
Dag Wennlund	SWE	76.76	22	130	147	30
Lev Shatilo	URS	71.42	24	156	156	24

En la posició d'“arc tens” s'utilitzen els següents índexs (Taula 8):

- t_p : duració de la fase preparatòria.
- L_0 : longitud de l'últim pas.
- L_1/L_0 : relació entre les dues últimes passes.
- γ_{E2} : Angle del colze del braç llançador.
- β_2 : Angle de posició (de la javelina).

Taula 8. Indicadors en la posició d'“arc tens”. Ct. Món Roma-1987. Menzel, 1988.

Atleta		Marca (m)	T_p (s)	L_0 (m)	L_1/L_0	β_2 (°)	γ_{E2} (°)
Sepo Rätty	FIN	82.32	0.195	1.54	1.48	32	131
Jan Zelezny	CZE	82.20	0.160	1.42	1.10	39	116
Tom Petranoff	USA	80.46	0.190	1.54	1.46	40	137
Viktor Yevsyukov	KZK	80.34	0.275	1.47	1.86	32	117
Mick Hill	GBR	78.14	0.215	1.54	1.56	36	135
Kazuhiro Mizoguchi	JAP	77.78	0.305	1.51	0.83	37	126
Dag Wennlund	SWE	76.76	0.130	1.43	0.99	30	123
Lev Shatilo	URS	71.42	0.240	1.57	1.68	35	127

La velocitat de llançament (V_0) de la javelina incideix aproximadament en un 70% del resultat final. El 30% restant depèn de l'angle de descàrrega (α), de l'angle de col·locació (β) i dels factors aerodinàmics i ambientals.

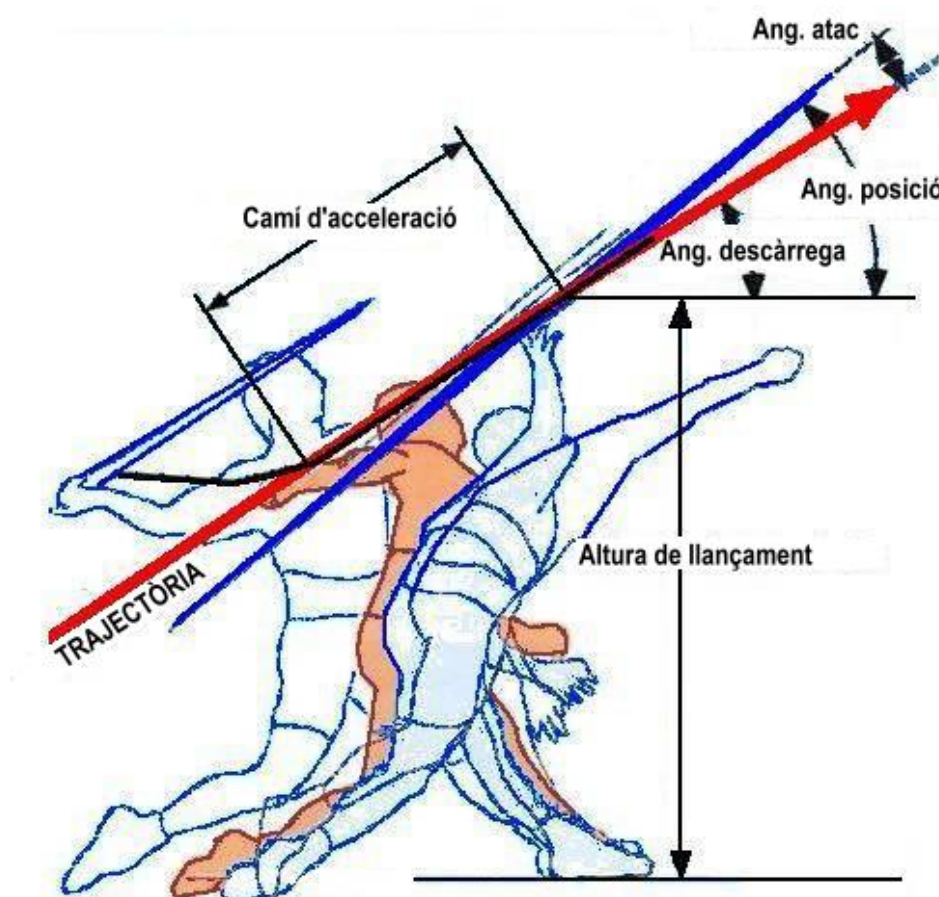


Figura 25. Alguns dels factors de rendiment del llançament de javelina.

L'altura de descàrrega està determinada principalment per l'alçada del llançador i el grau de extensió del cos durant la descàrrega. Donat que la mateixa es realitza generalment per sota de l'estatura de l'atleta, les característiques antropomètriques del llançador no s'utilitzen en la seva totalitat i, com conseqüència, aquest paràmetre no té molta importància.

Els angles òptims de descàrrega són inferiors a 40 graus i disminueixen amb l'augment de la velocitat de descàrrega. No obstant això, els valors òptims són significativament menors del que es presenta normalment en la literatura esportiva. Generalment es troben entre 30 i 36 graus.

Taula 9. Factors balístics i aerodinàmics. Roma-1987 (Menzel, 1988).

C.a.: camí d'acceleració; Ho: altura de descàrrega; Vo: velocitat de descàrrega; α : angle de descàrrega; β : angle de posició.

Atleta		Marca (m)	C.a. (m)	Ho (m)	Vo (m)	α (°)	β (°)
Sepo Rätty	FIN	82.32	1.94	1.81	29.6	37	33
Jan Zelezny	CZE	82.20	1.59	1.64	30.0	37	40
Tom Petranoff	USA	80.46	1.83	1.72	29.1	33	40
Viktor Yevsyukov	KZK	80.34	1.38	1.71	28.2	38	33
Mick Hill	GBR	78.14	1.93	1.69	29.2	35	38
Kazuhiro Mizoguchi	JAP	77.78	1.54	1.57	27.4	36	37
Dag Wennlund	SWE	76.76	1.69	1.69	27.1	37	30
Lev Shatilo	URS	71.42	1.66	1.81	27.9	31	35

4.1. Característiques aerodinàmiques de la javelina

Al moure's per l'aire, la javelina desplaça cap els seus costats una part d'aire i altra l'empenta cap endavant. Això suposa un treball i, per tant, una reducció de l'energia cinètica i una pèrdua de velocitat. La resistència de l'aire al moviment de un projectil ve donada per la següent fórmula:

$$F_R = A \cdot v^2 \cdot C \cdot \rho$$

On **A** és la superfície del perfil, **V** la velocitat relativa de l'aire, **C** el coeficient de resistència frontal (aerodinamicitat) i **ρ** la densitat de l'aire (1.3 Kg/m³).

En relació al tamany i la forma del projectil, en general, com més prim i afilat estigui per la seva part davantera, més petita serà la resistència de l'aire; que pot reduir-se encara més si la secció transversal del projectil es va fent estret gradualment fins la cua (perfil aerodinàmic). Com més perfecte sigui el seu "perfil aerodinàmic", menor resistència oferirà l'aire. En la Figura 26, els cossos A i B presenten la mateixa secció de perfil efectiu a l'aire, però l'objecte B gràcies al seu perfil aerodinàmic presenta una resistència específica molt menor que el cos A.

La resistència de l'aire depèn també de la velocitat de la javelina, i és proporcional al quadrat de l'esmentada velocitat.

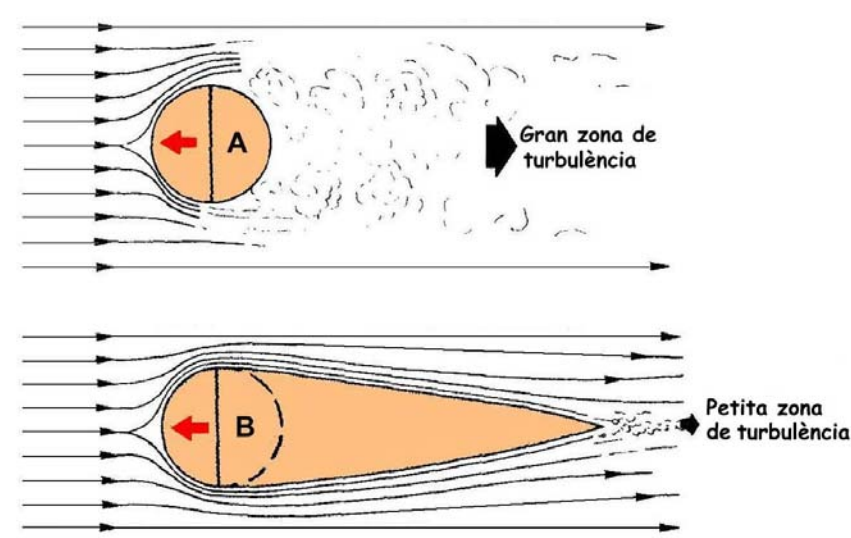
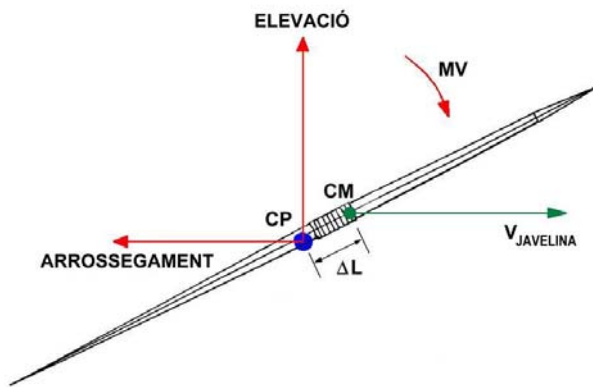


Figura 26. Perfil aerodinàmic.


Figura 27. Forces d'elevació i d'arrossegament. CP: centre de pressió; CM: centre de masses; MV: moment de volteig; $V_{JAVELINA}$: velocitat de la javelina; DL: distància entre CP i CM.

En el vol, si el projectil està inclinat formant un angle amb el flux d'aire, la resultant de les forces que sobre ell exerceix l'aire pot descomposar-se en una component vertical (força d'elevació – lift) i una component horitzontal (força d'arrossegament – drag) (Figura 27). La relació entre l'elevació i l'arrossegament depèn de l'angle d'incidència, és a dir, l'angle que forma la javelina amb la direcció del vent relatiu. Les variacions de l'angle, malgrat petites a vegades, poden produir grans alteracions.

El terme “vent relatiu” es refereix al moviment de l'aire en relació al projectil. Una javelina pot moure's per una aire en repòs i en aquest cas, l'aire que desplaça pels seus costats la javelina tindrà una velocitat relativa igual a la de l'artefacte.

Quan l'aire no està en repòs, poden donar-se diferents casos (Fig. 28):

- Un vent de popa (de cua o a favor) que provoca la reducció de la velocitat del vent relatiu (disminuint l'arrossegament o l'elevació). Amb el vent de cua, la punta ha d'estar alta.
- Un vent de proa (de cara o en contra) que provoca l'augment de la velocitat del vent relatiu. Amb el vent de cara la javelina ha de posicionar-se amb la punta baixa.

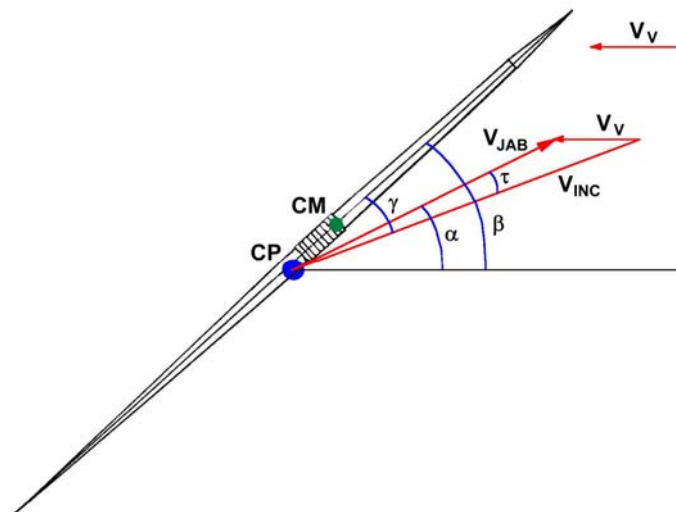


Figura 28. Altres paràmetres aerodinàmics pel vol de la javelina (Menzel, 1989).

V_V : velocitat absoluta del vent.

V_{JAB} : velocitat absoluta de la javelina.

V_{INC} : velocitat del vent incident.

α : angle de descàrrega

β : angle de posició

γ : angle d'incidència

τ : angle d'atac.

De totes formes, el vent relatiu no sempre s'oposarà a la trajectòria del vol del centre de masses de l'artefacte (Fig. 29); en els llançaments és freqüent que els corrents d'aire varien contínuament en força i direcció, per lo que en la pràctica, en lloc de prendre l'angle d'incidència, es pren l'angle d'atac: la diferència entre els angles de posició i descàrrega. L'angle d'atac pot ser positiu o negatiu segons si la punta de l'artefacte estigui situada per sobre o per sota respectivament de la trajectòria del centre de masses de la javelina.

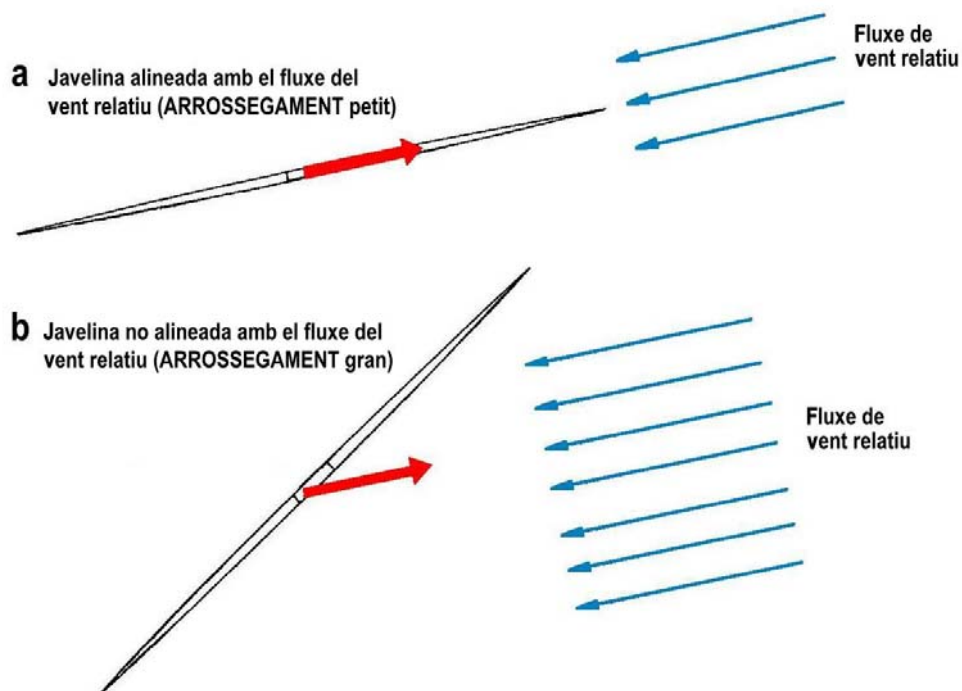


Figura 29. Col·locació de la javelina en el vol i direcció del vent relatiu.

Totes les forces de l'aire que actuen sobre una javelina poden sumar-se en una resultant que opera sobre un punt anomenat centre de pressió. Aquest punt canvia de posició al canviar l'angle d'atac:

- Si l'angle d'atac augmenta, el centre de pressió es mou cap endavant i la força resultant es fa major.
- Si, al contrari, augmenta la velocitat del vent relatiu, el centre de pressió es mou cap darrera.

La construcció de les javelines amb el centre de masses i el centre de pressió no coincidents (Fig. 30 i 31) fa que les forces aerodinàmiques creguin un “moment de volteig” que, a la seva vegada, provoca el descens de la punta de l'artefacte. A partir de 1986, a les javelines se les va desplaçar el centre de masses cap endavant, el que provoca que s'acceleri el moment de volteig fent que la javelina aterri abans, i per tant, reduint la distància de llançament. Un vent a favor de la direcció del llançament endarrereix el moment de volteig en el vol de la javelina dels homes augmentant la distància que s'assoleix.

Amés dels angles descrits, en l'instant de la seva alliberació, la javelina acostuma desviar-se cap el lateral de la direcció principal del moviment. A aquesta desviació de la coneix com “angle d'inclinació” i pot observar-se per darrera de l'atleta en l'instant d'alliberar l'artefacte (Fig. 15); per a una bona tècnica d'execució, aquest angle ha de ser el més petit possible.

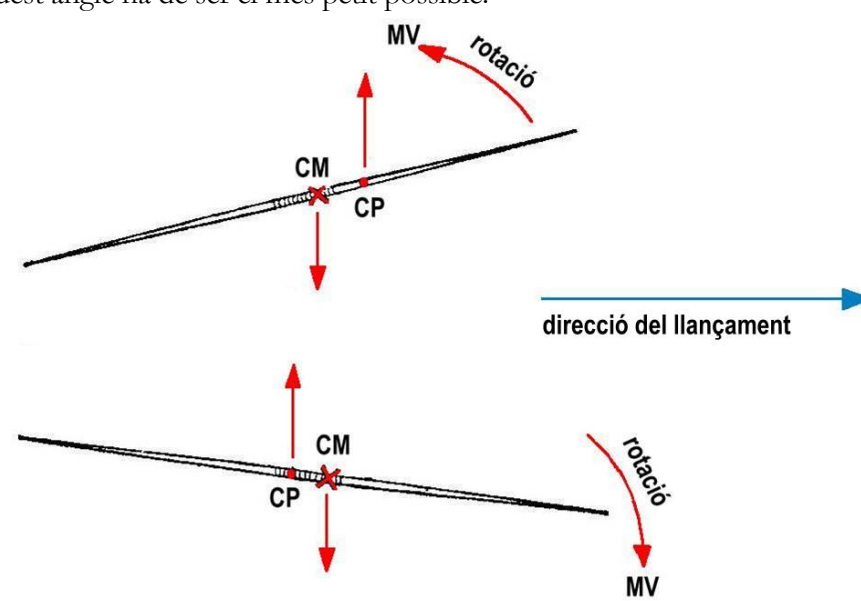


Figura 30. Desplaçament del centre de pressió i creació del moment de volteig.

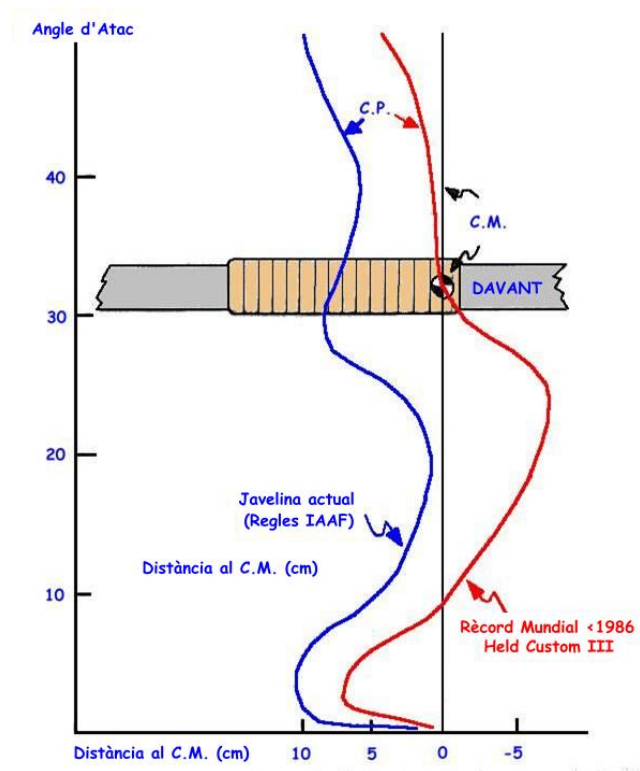


Figura 31. Posició del centre de pressió (CP) en relació al centre de masses (CM) al variar l'angle d'atac, per a la javelina actual i pel rècord del món absolut amb el Reglament anterior a 1986. (J. Terauds, 1990)

A l'alliberar la javelina, aquesta també va animada d'una rotació al voltant de l'eix longitudinal (figura 32) amb un rang de 3.0 a 31.4 revolucions per segon (malgrat en els millors javelinistes presentin valors de 15 a 18). La rotació de l'artefacte exerceix una doble funció sobre el vol:

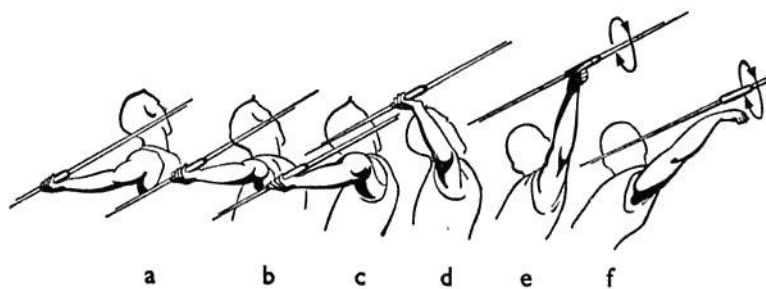


Figura 32. Rotació al voltant de l'eix longitudinal de la javelina.

En primer lloc, és com si la rotació estabilitzés l'artefacte a l'aire, al no permetre'l voltejar. Aquí actua l'efecte giroscòpic, semblant a l'efecte que no deixa que caigui una baldufa que gira.

En segon lloc, la rotació ràpida de l'artefacte corba la seva trajectòria (l'anomenat efecte Magnus que ja hem vist en el llançament de disc).