

Part III: Llançaments - Tema 13

MARTELL

El llançament de martell és un llançament en rotació en el qual es pot observar una constant interacció entre l'atleta i l'artefacte. Aquesta prova ha tingut una marcada evolució tècnica durant les últimes dècades que lògicament també ha suposat un canvi important en la seva estratègia d'entrenament.



Figura 1. Yuriy Sedykh (RUS, 1.85 m/110 Kg), bicampió olímpic el 1976 i 1980. WR 86.74 m el 1986.

1. HISTÒRIA

El llançament de martell té el seu origen a Irlanda amb el “roth cleas” o llançament d’una roda de carro subjecta al seu eix. Amb el pas del temps, la roda va ser substituïda per una pedra travessada per un bastó. Cap a l’any 1.400, a Escòcia (Highlands Games) i Irlanda (Táilteann Games), es va començar a llançar el martell de ferrer (maça esfèrica i mànec de fusta). Aquest artefacte es llançava al lloc, des d’una línia marcada a terra, voltejant-ho una o dues vegades per sobre del cap (Fig. 2).



Figura 2. Llançament del martell de ferrer.

Encara que en els primers campionats anglesos (1866) encara es va llançar el martell de ferrer, el 1860 ja es van utilitzar a Oxford martells “moderns” amb una bola esfèrica de 7,257 kg unida a una cadena que acabava en dues nanses. A partir de 1875 es llança amb un o dos girs previs desplaçant-se l'atleta sobre les puntes dels peus (estil de puntes o irlandès).

El martell masculí es va incorporar als Jocs Olímpics moderns a París-1900 com a prova d'exhibició en què van participar només tres americans, que van copar el podi, i dos suecs. Van haver de transcórrer 100 anys per a la incorporació de la prova femenina, a Sydney-2000 (Taula 1).

La IAAF va oficialitzar el primer rècord mundial el 1913 i fins al moment s'ha batut 45 vegades.

El rècord fins a 1938 va estar en possessió d'atletes USA d'origen irlandès: el clan dels “balenes” o “goril·les” de la policia de Nova York, anomenats així per la seva corpulència. Aquests atletes llançaven amb tres girs:



Figura 3. Patrick Ryan.

- a) El primer atleta d'aquest clan va ser James Mitchel que va dominar la prova durant deu anys i va deixar el rècord mundial en 44.21 (1892).
- b) El més famós va ser John Flanagan (1.78 m/100 kg) que a Irlanda ja havia adquirit fama com atleta complet (6.70 m en llargada i 14.04 m en triple) i que el 1896 va guanyar el campionat anglès en martell i va quedar segon en pes. Va aconseguir set campionats USA en martell i tres títols olímpics (París-1900, Sant Louis-1904 i Londres-1908). El seu últim rècord mundial va ser de 56.18 m (1904).
- c) Mathew McGrath (1.82 m/112 kg), campió olímpic a Estocolm-1912, sotscampió el 1908 i 1924, aquest últim amb 48 anys el que li fa ser l'atleta de més edat que ha pujat a un podi olímpic. Va batre el rècord mundial el 1911 amb 57.10 m.
- d) Patrick Ryan (1.88 m/113 kg) amb 57.77 m (1913) va aconseguir un rècord mundial que va perdurar durant 25 anys, va ser campió a Anvers-1920 (Fig. 3).

El també irlandès Patrick O'Callaghan, bicampió olímpic (Amsterdam-1928 i Los Angeles-1932) va ser el que va popularitzar el desplaçament sobre els peus de taló a punta.

Amb Karl Hein (GER, 1.80 m/97 kg, WR 58.24 m en 1938; Fig. 4) el rècord va passar dels Estats Units a Europa. Fins a aquest moment, a Alemanya, amb prou feines s'havia prestat atenció a aquesta prova (40 m en 1920). L'entrenador Sepp Christmann va ser l'artífex d'una gran progressió: en vigílies de la Segona Guerra Mundial entre els 50 millors llançadors del món havien 15 alemanys. Els seus atletes utilitzaven una tècnica de desplaçament amb més suport sobre la vora exterior del peu esquerre. En els Jocs de Berlín-1936 els atletes alemanys van vèncer en tots els llançaments tret del disc masculí.



Figura 4. Karl Hein.

Fins Jozsef Csermak (HUN, 60.34 m rècord mundial el 1952 amb 23 anys d'edat) tots els rècords anteriors van ser aconseguits per atletes molt més madurs.

El primer atleta a superar els 65 m va ser el soviètic Mikhaïl Krivonosov (1.89 m/105 kg, el seu últim WR al 1956 amb 66.38 m) que va entaular una dura pugna pel rècord del món amb el nord-americà Harold Connolly, primer atleta a superar la barrera dels 70 m. Connolly (1.86 m/106 kg) va ser campió olímpic a Melbourne-1956 on va batre el rècord mundial en cinc ocasions, l'última amb 71.26 m el 1965.

Després de la II Guerra Mundial, tant els atletes hongaresos com Connolly utilitzaven l'anomenada "tècnica d'embut" amb el cap i les espatlles tirats cap enrere i amb el cos avançant-se al martell a la segona part de cada gir (Fig. 5).

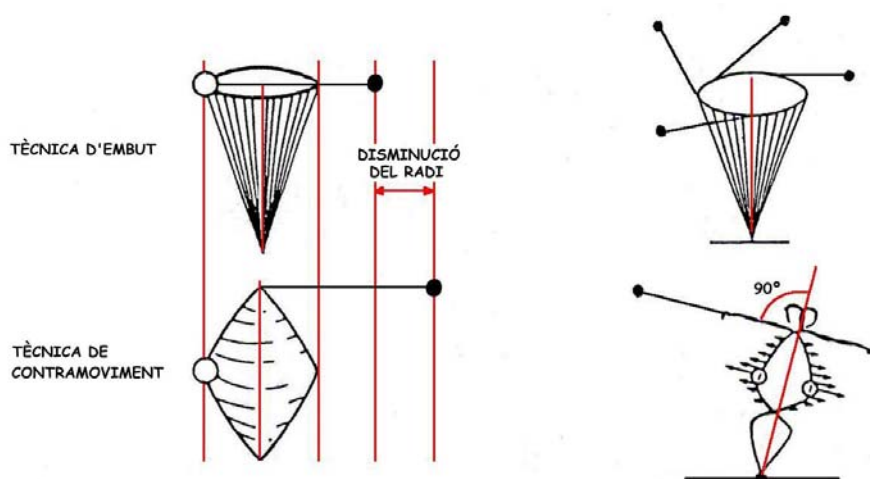


Figura 5. Tècniques d'embut i de contramoviment del llançament de martell.



Figura 6. Anatoli Bondarchuk

Tant el primer atleta que va trencar la barrera dels 75 m, Anatoli Bondarchuk (1.83 m/112 kg, 75.48 m al 1969) com d'altres atletes de l'antiga Unió Soviètica (Klim, Spiridonov) van introduir la "tècnica de contramoviment" (Fig. 5) amb els malucs endarrerits en lloc de les espatlles, per augmentar el radi de gir del sistema atleta-martell, i amb un pla de l'òrbita del martell més inclinat. Bondarchuk, després com a entrenador, amb una nova concepció de la tècnica, l'entrenament i la seva periodització va ser el responsable del domini soviètic en aquesta prova durant la dècada dels 80 del segle passat. Va ser l'entrenador personal entre d'altres grandíssims atletes de l'encara recordman mundial Yuriy Sedykh (Fig 1). Sedykh va aconseguir el seu rècord mundial de 86.74 m al 1986 encara amb tres girs, però amb la innovació d'una col·locació obliqua dels peus en els girs i no en la direcció del llançament com s'havia fet fins aquell moment. En

l'actualitat la majoria dels atletes d'alt nivell llancen amb quatre girs, en el passat només els atletes de menys alçada van intentar aquesta tècnica.

Taula 1. Els campions olímpics en el llançament de martell.

			I - ATENES - 1896		
Exhibició	49.73		II - PARIS - 1900		
51.23	John J. Flanagan	USA	III - SANT LOUIS - 1904		
51.92			IV - LONDRES - 1908		
54.74	Matthew J. McGrath	USA	V - ESTOCOLM - 1912		
I Guerra Mundial			VI - BERLÍN - 1916		
52.875	Patrick Ryan	USA	VII - ANVERS - 1920		
53.295	Frederick D. Tootell	USA	VIII - PARIS - 1924		
51.39	Patrick O'Callaghan	IRL	IX - AMSTERDAM - 1928		
53.92			X - LOS ANGELES - 1932		
56.49	Karl Hein	GER	XI - BERLÍN - 1936		
II Guerra Mundial			XII - HELSINKI - 1940		
			XIII - LONDRES - 1944		
56.07	Imre Németh	HUN	XIV - LONDRES - 1948		
60.34	József Csérmák	HUN	XV - HELSINKI - 1952		
63.19	Harold V. Connolly	USA	XVI - MELBOURNE - 1956		
67.10	Vasily Rudenkov	URS	XVII - ROMA - 1960		
69.74	Romuald Klim	URS	XVIII - TÒQUIO - 1964		
73.36	Gyula Zsivotzky	HUN	XIX - MÈXIC - 1968		
75.50	Anatoly Bondarchuk	URS	XX - MUNIC - 1972		
77.52	Yuriy Sedykh	URS	XXI - MONTREAL - 1976		
81.80			XXII - MOSCOU - 1980		
78.08	Juha Tiainen	FIN	XXIII - LOS ANGELES - 1984		
84.80	Sergey Litvinov	URS	XXIV - SEÛL - 1988		
82.54	Andrey Abduvaliyev	EUN	XXV - BARCELONA - 1992		
81.24	Balázs Kiss	HUN	XXVI - ATLANTA - 1996		
80.02	Szymon Ziółkowski	POL	XXVII - SYDNEY - 2000	71.16	Kamila Skolimowska POL
82.91	Koji Murofushi	JAP	XXVIII - ATENES - 2004	75.02	Olga Kuzenkova RUS
82,02	Primož Kozmus	SLO	XXIX - PEQUÍN - 2008	76.34	Oksana Menkova BLR

El reglament de la prova estableix que el pes de l'artefacte tingui un mínim de 7.260 kg i una llargada total de 1.195 ± 0.020 m (4 Kg i 1.18 m respectivament per a les dones). El cable ha de ser de filferro d'acer recte d'un diàmetre mínim de 3 mm (filferro estàndard n° 11). Es llança des d'un cercle de 2.135 m de diàmetre a l'interior d'una gàbia en "U" amb una alçada de 7.00 m i amb panells davanters de 10,00 m.

2. CARACTERÍSTIQUES DELS LLANÇADORS DE MARTELL.

Des del punt de vista morfològic, i a diferència del que succeeix en els llançaments de pes i disc, l'alçària no és clarament una variable de rendiment (Taula 2). La falta d'uns centímetres a l'alçària i, en conseqüència, en el radi de gir del sistema per uns braços més curts, es pot compensar amb una major velocitat de rotació. Normalment això només és possible gràcies a una gran força muscular que generalment s'acompanya d'un alt índex de massa corporal.

Fins fa 25 o 30 anys a aquesta prova se la considerava un llançament pesat. Les millores tècniques buscant especialment velocitat i no tant la força, ha canviat el prototip d'atleta, no tan "gran" i fort. Entre les capacitats condicionals de fonamental incidència en aquesta disciplina són la velocitat especial, la mobilitat articular, la força velocitat especial i la força màxima. A més, els atletes han de presentar una gran coordinació durant els girs. El perfil d'exigències d'aquesta prova fa que sigui una de les més complicades de l'Atletisme.

En relació a l'edat podem esmentar que els llançadors de martell aconsegueixen el seu màxim rendiment tardanament, però un cop establerts en aquest nivell, és normal mantenir-se molt de temps. Així, per exemple, Bondarchuk va ser campió olímpic als 36 anys, la mateixa edat a la qual Sedykh es va proclamar campió del món al 1991.

La prova femenina es practica competitivament des de fa relativament poc temps per extreure conclusions de l'estadística. De fet, és una de les poques proves on cada any entren moltes atletes entre les 50 millors del rànquing mundial de tots els temps.

Taula 2. Característiques dels llançadors de martell d'alt nivell.

	Edat (anys)	Alçària (m)	Pes (Kg)	Ind. M.C. (Kg/m ²)
Homes	28 ± 4	1.88 ± 0.05	110 ± 7	31 ± 2
Dones	25 ± 3	1.75 ± 0.05	80 ± 10	26 ± 3

Rànquing Mundial de tots els temps
tancat el 31-DES-2010

MARTELL homes

	<u>Atleta</u>	<u>País</u>	<u>Naix.</u>	<u>Lloc</u>	<u>Data</u>	<u>Edat</u>	<u>Alçària</u>	<u>Pes</u>	<u>Índ. M.C.</u>
1	86,74 WR Yuriy Sedykh	RUS	11/06/1955	Stuttgart	30-ago-86	31,2	1,85	110	32,14
2	86,73 Ivan Tikhon @	BLR	24/07/1976	Brest	3-jul-05	29,0	1,88	105	29,71
3	86,04 Sergey Litvinov	RUS	23/01/1958	Dresden	3-jul-86	28,5	1,80	106	32,72
4	84,90 Vadim Deyvatovskiy @	BLR	20/03/1977	Staiki	21-jul-05	28,4	1,94	120	31,88
5	84,86 Koji Murofushi	JAP	08/10/1974	Praha	29-jun-03	28,7	1,87	97	27,74
6	84,62 Igor Astapukovich	BLR	04/01/1963	Sevilla	6-jun-92	29,4	1,91	118	32,35
7	84,48 Igor Nikulin	RUS	14/08/1960	Lausanne	12-jul-90	29,9	1,91	106	29,06
8	84,40 Jüri Tamm	EST	05/02/1957	Banská Bystrica	9-sep-84	27,6	1,93	120	32,22
9	84,19 Adrián Annus @	HUN	28/06/1973	Szombathely	10-ago-03	30,1	1,94	110	29,23
10	83,68 Tibor Gécsek @	HUN	22/09/1964	Zalaegerszeg	19-sep-98	34,0	1,85	107	31,26
11	83,46 Andrey Abduvaliyev	TJK-UZB	30/06/1966	Adler	26-may-90	23,9	1,87	100	28,60
12	83,43 Aleksey Zagornyy	RUS	31/05/1978	Adler	10-feb-02	23,7	1,97	130	33,50
13	83,40 Ralf Haber	DDR	18/08/1962	Atenes	16-may-88	25,8	1,89	110	30,79
14	83,38 Szymon Ziółkowski	POL	01/07/1976	Edmonton	5-ago-01	25,1	1,88	104	29,43
15	83,30 Olli-Pekka Karjalainen	FIN	07/03/1980	Lahti	14-jul-04	24,4	1,94	110	29,23
16	83,04 Heinz Weis	GER	14/07/1963	Frankfurt	29-jun-97	34,0	1,93	120	32,22
17	83,00 Balázs Kiss	HUN	21/03/1972	Saint Denis	4-jun-98	26,2	1,92	115	31,20
18	82,78 Karsten Kobs	GER	16/09/1971	Dortmund	26-jun-99	27,8	1,96	118	30,72
19	82,64 Günther Rodehau	DDR	06/07/1959	Dresden	3-ago-85	26,1	1,80	114	35,19
20	82,62 Sergey Kirmasov @	RUS	25/03/1970	Bryansk	30-may-98	28,2	1,80	115	35,49
21	82,62 Andrey Skvaruk	UKR	09/03/1967	Koncha Zaspa	27-abr-02	35,2	1,86	106	30,64
22	82,58 Primoz Kozmus	SLO	30/09/1979	Celje	2-sep-09	29,9	1,88	106	29,99
23	82,54 Vasiliy Sidorenko	RUS	01/05/1961	Krasnodar	13-may-92	31,1	1,87	106	30,31
24	82,52 Lance Deal	USA	21/08/1961	Milà	7-sep-96	35,1	1,88	116	32,82
25	82,45 Kristian Pars	HUN	18/02/1982	Celje	13-sep-06	24,6	1,88	104	29,43
26	82,40 Plamen Minev	BUL	28/04/1965	Plovdiv	1-jun-91	26,1	1,92	110	29,84
27	82,38 Gilles Dupray	FRA	02/01/1970	Chelles	21-jun-00	30,5	1,86	115	33,24
28	82,28 Ilya Kononov	RUS	14/03/1971	Tula	10-ago-03	32,4	1,92	110	29,84
29	82,24 Benjaminas Viluckis	LTU	20/03/1961	Klaipeda	24-ago-86	25,4	1,87	118	33,74
	82,24 Vyacheslav Korovin	RUS	08/09/1962	Chelyabinsk	20-jun-87	24,8			
31	82,23 Vladislav Piskunov @	UKR	07/06/1978	Koncha Zaspa	27-may-02	24,0	1,83	106	31,65
32	82,22 Holger Klose	GER	05/12/1972	Dortmund	2-may-98	25,4	1,91	104	28,51
33	82,16 Vitaliy Alisevich	BLR	15/06/1967	Parnu	13-jul-88	21,1	1,86	112	32,37
34	82,08 Ivan Tanev	BUL	01/05/1957	Sofia	3-sep-88	31,4	1,87	102	29,17
35	82,00 Sergey Alay	BLR	11/06/1965	Stayki	12-may-92	26,9	1,84	104	30,72
36	81,88 Jud Logan @	USA	19/07/1959	State College	22-abr-88	28,8	1,93	122	32,75
37	81,81 Libor Charfreitag	SVK	11/09/1977	Praha	29-jun-03	25,8	1,91	117	32,07
38	81,79 Christophe Épalle	FRA	23/01/1969	Clermont Ferrand	30-jun-00	31,5	1,94	109	28,96
39	81,78 Christoph Sahnner	FRG	23/09/1963	Wemmetsweiler	11-sep-88	25,0	1,80	103	31,79
40	81,70 Aleksandr Seleznyov	RUS	25/01/1963	Sochi	22-may-93	30,3	1,82	100	30,19
41	81,66 Aleksandr Krykun	UKR	01/03/1968	Kiev	29-may-04	36,3	1,94	125	33,21
42	81,64 Enrico Sgrulletti	ITA	24/04/1965	Ostia	9-mar-97	31,9	1,82	100	30,19
43	81,56 Sergey Gavrilov	RUS	22/05/1970	Rostov	16-jun-96	26,1	1,88	107	30,27
	81,56 Zsolt Németh	HUN	09/11/1971	Veszprém	14-ago-99	27,8	1,90	110	30,47
45	81,52 Juha Tiainen	FIN	05/12/1955	Tampere	11-jun-84	28,5	1,82	107	32,30
46	81,49 Valeri Sviatokha	BLR	20/07/1981	Brest	27-may-06	24,9			
47	81,45 Esref Apak	TUR	03/01/1982	Istanbul	4-jun-05	23,4	1,86	100	28,91
48	81,44 Yuriy Tarasyuk	BLR	11/04/1957	Minks	10-ago-84	27,4	1,88	101	28,58
49	81,35 Wojciech Kondratowicz	POL	18/04/1980	Bydgoszcz	13-jul-03	23,2	1,96	114	29,68
50	81,33 Miloslav Konopka	SVK	23/01/1979	Braká Bystrica	29-may-04	25,4	1,89	102	28,55
	82,81		Promig			28,0	1,88	110	30,93
	1,35		Desviació estàndard			3,5	0,05	7	1,81
			Màxim			36,3	1,97	130	35,49
			Mínim			21,1	1,80	97	27,74
	79,78	100°							
	77,12	200°							
	75,10	300°							

Rússia 10 atletes
Bielorrússia 7
Alemanya 6
Hongria 5

Rànquing Mundial de tots els temps
tancat el 31-DES-2010

MARTELL dones

	<u>Atleta</u>	<u>País</u>	<u>Naix.</u>	<u>Lloc</u>	<u>Data</u>	<u>Estat</u>	<u>Alçària</u>	<u>Pes</u>	<u>Índ. M.C.</u>
1	78,30 WR Anita Włodarczyk	POL	08/08/1985	Bydgoszcz	6-jun-10	24,8	1,78	88	27,77
2	77,80 WR Tatyana Lysenko ©	RUS	09/10/1983	Tallin	15-ago-06	22,9	1,80	84	25,93
3	77,36 Gulfiya Khanafeyeva ©	RUS	12/06/1982	Sochi	26-may-07	25,0	1,70	73	25,26
4	77,32 Oksana Menkova	BLR	28/03/1982	Minks	29-jun-08	26,3	1,83	79	23,59
5	77,12 Betty Heidler	GER	14/10/1983	Berlín	22-ago-09	25,9	1,75	79	25,80
6	76,90 Martina Danisová-Hrasnova ©	SVK	21/03/1983	Trnava	16-may-09	26,2	1,76	75	24,21
7	76,83 Kamila Skolimowska	POL	04/11/1982	Doha	11-may-07	24,5	1,80	82	25,31
8	76,66 Olga Tsander	BLR	18/05/1976	Staiiki	21-jul-05	29,2	1,74	83	27,41
9	76,63 Yekaterina Khoroshikh	RUS	21/01/1983	Zhukovski	24-jun-06	23,4	1,72	73	24,68
10	76,62 Yipsi Moreno	CUB	19/11/1980	Zagreb	9-sep-08	27,8	1,68	70	24,80
11	76,33 Darya Pchelnik	BLR	20/12/1981	Minks	29-jun-08	26,5	1,85	97	28,34
12	76,21 Yelena Konevtseva	RUS	11/03/1981	Sochi	26-may-07	26,2	1,85	80	23,37
13	76,07 WR Mihaela Melinte ©	ROM	27/03/1975	Rüdlingen	29-ago-99	24,4	1,73	92	30,74
14	75,68 Olga Kuzenkova	RUS	04/10/1970	Tula	4-jun-00	29,7	1,76	76	24,54
15	75,08 Ivana Brkljacic	CRO	25/01/1983	Varsovia	17-may-07	24,3	1,70	65	22,49
16	74,86 Zhang Wenxiu	CHN	22/03/1986	Shijiazhuang	3-ago-07	21,4	1,82	102	30,79
17	74,66 Manuela Montebrun	FRA	13/11/1979	Zagreb	11-jul-05	25,7	1,75	92	30,04
18	74,65 Mariya Smolyachkova	BLR	10/02/1985	Minks	19-jul-08	23,5	1,79	76	23,72
19	74,53 Kathrin Klaas	GER	08/02/1984	Pretoria	12-mar-10	26,1	1,68	72	25,51
20	74,52 Irina Sekachova	UKR	21/07/1976	Kiev	2-jul-08	32,0	1,65	72	26,45
21	73,90 Arasay Thondike	CUB	28/05/1986	La Habana	19-jun-09	23,1	1,68	71	25,16
22	73,87 Erin Gilreath	USA	11/08/1980	Carson	25-jul-05	25,0	1,77	92	29,37
23	73,83 Alena Motoshka	BLR	23/06/1982	Minks	19-jul-08	26,1			
24	73,79 Anna Bulgakova	RUS	17/01/1988	Krasnodar	5-jun-08	20,4			
25	73,74 Jennifer Dahlgren	ARG	27/08/1984	Buenos Aires	10-abr-10	25,6	1,80	95	29,32
26	73,59 Ester Balassini	ITA	20/10/1977	Bressanone	25-jun-05	27,7	1,74	70	23,12
27	73,52 Bianca Perie	ROM	01/06/1990	Bucarest	16-jul-10	20,1	1,70	70	24,22
28	73,40 Stephanie Falzon	FRA	07/01/1983	Albi	26-jul-08	25,6	1,70	66	22,84
29	73,21 Eileen O'Keefe	IRL	31/05/1981	Dublin	21-jul-07	26,2	1,70	80	27,68
30	73,16 Yunaika Crawford	CUB	02/11/1982	Atenes	25-ago-04	21,8	1,65	75	27,55
31	72,74 Susanne Keil	GER	18/05/1978	Nikiti	15-jul-05	27,2	1,72	66	22,31
32	72,53 Marina Marghieva	MDA	28/06/1986	Chisinou	5-may-09	22,9	1,83	72	21,50
33	72,51 Liu Yinghui	CHN	29/06/1979	Izmir	16-ago-05	26,2	1,80	70	21,60
	72,51 Brittany Riley	USA	26/08/1986	Des Moines, IA	28-abr-07	20,7	1,73	89	29,74
35	72,46 Clarissa Claretti	ITA	07/10/1980	Cagliari	19-jul-08	27,8	1,70	70	24,22
36	72,36 Gu Yuan	CHN	09/05/1982	Padova	4-jul-04	22,2	1,71	70	23,94
37	72,24 Sultana Frizell	CAN	24/10/1984	Fränkisch-C.	24-may-10	25,6	1,78	100	31,56
38	72,21 Jessica Cosby	USA	31/05/1982	Berlín	20-ago-09	27,2	1,73	77	25,64
39	72,10 Stilianí Papadopoulou	GRE	15/03/1982	Nikíti	20-jul-08	26,4	1,75	86	28,08
40	72,09 Tatyana Konstantinova	RUS	18/11/1970	Moscou	4-jun-99	28,6	1,79	95	29,65
41	72,01 Anna Norgren-Mahon	USA	19/12/1974	Walnut	27-jul-02	27,6	1,80	75	23,15
42	71,94 Amber Campbell	USA	05/06/1981	Sacramento, CA	29-may-10	29,0	1,70	91	31,49
43	71,90 Oksana Kondrateva	RUS	21/11/1985	Yerino	11-jun-10	24,6			
44	71,82 Iryna Novozhylova	UKR	07/01/1986	Kiev	2-jul-08	22,5	1,75	71	23,18
45	71,77 Silvia Salis	ITA	17/09/1985	Los Realesjos	14-mar-09	23,5	1,79	72	22,47
46	71,75 Yelena Priyama	RUS	02/12/1983	Sochi	26-may-07	23,5	1,67	63	22,59
47	71,66 Olga Tsander	BLR	18/05/1976	Minks	14-jul-10	34,2	1,74	83	27,41
48	71,56 Zalina Marghieva	MDA	05/02/1988	Chisinou	31-ene-09	21,0	1,74	90	29,73
49	71,45 Candice Scott	TRI	17/09/1980	Marietta	15-may-05	24,7	1,80	100	30,86
50	71,38 Amelie Perrin	FRA	30/03/1980	Sotteville	2-jul-06	26,3	1,71	85	29,07
	74,02		Promig			25,4	1,75	80	26,13
	2,04		Desviació estàndard			2,8	0,05	10	2,96
			Màxim			34,2	1,85	102	31,56
			Mínim			20,1	1,65	63	21,50
	68,12	100°							
	64,26	200°							
	62,49	300°							

Rússia 9 atletes
 Bielorrússia 6
 U.S.A. 5
 GER - CUB - CHN - FRA - ITA 3



Figura 7. Fases del llançament de martell.

3. MODEL TÈCNIC

Per facilitar el seu estudi, el llançament de martell es divideix en les següents fases:

- 1) Fase de voltejos: s'inicia el moviment del martell i l'atleta es col·loca per començar el desplaçament.
- 2) Fase de girs: el sistema atleta-martell s'accelera mitjançant 3-4 girs. Cada gir presenta dues subfases: un bipodal i una altra monopodal.
- 3) Fase de descàrrega: es genera velocitat addicional que es transmet al martell abans d'alliberar-ho.

A diferència del que succeeix en els altres llançaments, no hi ha fase de recuperació ja que l'atleta roman en la posició de descàrrega.

3.1. L'AGAFAMENT DEL MARTELL

L'objectiu d'un agafament correcte del martell és resistir la tracció que es produeix en l'atleta durant els girs i assegurar la correcta direcció del llançament.

Els llançadors dretans sostenen la nansa del martell sobre les segones falanges (i l'última del dit petit) de la mà esquerra protegida amb un guant.

La mà dreta es col·loca cobrint la mà esquerra. En l'agafament més comú els polzes es creuen quedant l'esquerre damunt. Altres atletes col·loquen els polzes paral·lels.

L'agafament ha de ser, a la vegada, ferma i relaxat.

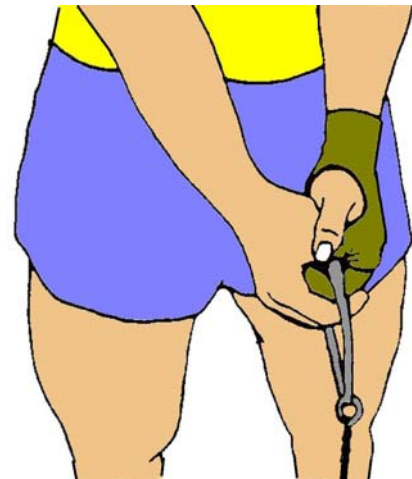


Figura 8. L'agafament del martell.

3.2. Fase 1: ELS VOLTEJOS.

Els objectius principals dels voltejos són vèncer la inèrcia, iniciar l'acceleració del martell i preparar el primer gir.

En els voltejos el martell s'accelera a una velocitat òptima individual que ha de ser aproximadament el 65% de la velocitat de descàrrega si es realitzen tres girs i el 55% si són quatre girs.

3.2.1. La posició inicial.

L'atleta es col·loca a la part posterior del cercle, d'esquena a la direcció del llançament amb els peus una mica més separats que l'amplada de les espatlles per augmentar la superfície de recolzament i tenir més estabilitat durant els voltejos. Les cames lleugerament flexionades.

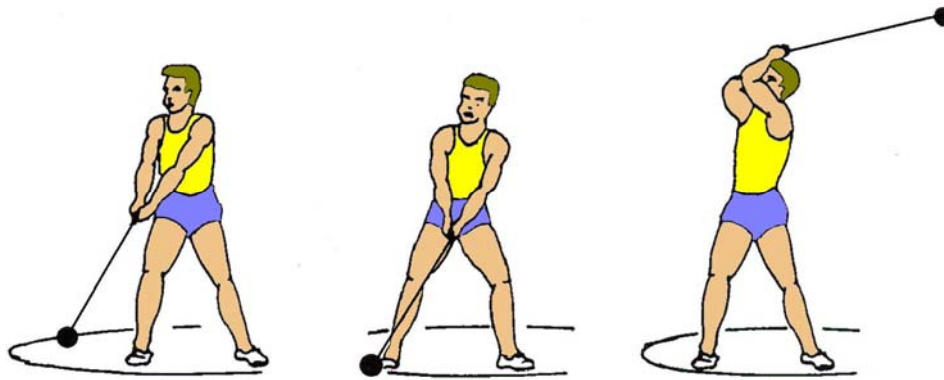


Figura 9. Els voltejos.

S'acostumen a utilitzar dos variants per iniciar els voltejos:

- El martell col·locat a la dreta de l'atleta, recolzat a terra per darrere d'ell o fora del cercle. L'atleta comença els voltejos amb una potent extensió de la part superior del cos que es troba inicialment inclinat cap a la dreta.
- El martell primer es balanceja com un pèndol entre les cames i després cap enrere pel costat dret per, a continuació, iniciar els voltejos. Aquesta variant és la més utilitzada per permetre iniciar els voltejos d'una forma més suau i rítmica.

3.2.2. Els Voltejos.

Amb el tronc vertical i el balanceig dels braços (totalment estesos per assegurar el major radi de gir possible) l'atleta porta el martell endavant - a dalt.

Per tal de contrarestar la creixent força centrífuga del martell, l'atleta realitza un lleuger moviment circular de malucs contrari al cap del martell. El tronc es troba rotat cap al costat dret i els braços flexionats quan el martell arriba al punt alt de la seva òrbita ("l'atleta mira per la finestra que formen els braços").

El pes del cos suportat alternativament per una cama o una altra en funció de l'òrbita del martell (passant del peu dret al peu esquerre quan el martell passa per davant i, de nou, al peu dret quan comença a pujar).

Quan el cap del martell, en la seva òrbita, va del punt alt cap al punt baix, l'atleta allibera la tensió emmagatzemada per la distorsió entre els eixos d'espatlles i malucs, a més de baixar el seu centre de masses.

El punt baix d'aquesta òrbita es troba davant del peu dret, en aquest moment els braços es troben de nou estesos.

La majoria dels atletes realitzen dos voltejos amplis, augmentant gradualment la velocitat d'un volteig a l'altre.

El plànol de l'òrbita del martell en els voltejos presenta una inclinació de 35 a 38 °.

3.3. Fase 2: ELS GIRS.

L'objectiu fonamental dels girs és accelerar al sistema atleta-martell. Els llançadors d'alt nivell obtenen una acceleració més gran i, per tant, majors velocitats de rotació gràcies a una millor preparació condicional i a tres elements tècnics nous:

- Prolongació de les subfases bipodals per tal de dilatar el temps d'actuació sobre el martell ja que aquest només pot accelerar mentre l'atleta es troba en doble recolzament. Per a això, el peu dret contacte abans amb el terra col·locant-se apuntant cap a la dreta i no paral·lelament al peu esquerre com en el passat.
- Millor aprofitament de les forces inercials del martell en les subfases unipodals. L'atleta genera tensió prèvia per la distorsió entre els eixos de les espatlles i dels malucs en avançar la part inferior del cos al martell. A diferència de la tècnica anterior, això es realitza sense escurçament del radi del martell.
- L'atleta s'esforça per aconseguir un equilibri dinàmic del sistema martell-atleta.

3.3.1. Transició al Primer Gir.

L'objectiu de la transició és unir els voltejos amb el primer gir i transmetre l'acceleració aconseguida pel martell al sistema atleta-martell.

L'atleta es troba amb el tronc dret, els genolls flexionats i els braços estesos.

Els peus inicien el moviment de gir quan el martell arriba al punt baix de la seva òrbita. Mitjançant l'impuls del peu dret es realitza el pivot sobre el taló del peu esquerre. L'atleta dirigeix la vista cap al martell.

El costat dret del cos gira al voltant del costat esquerre que es troba fix.

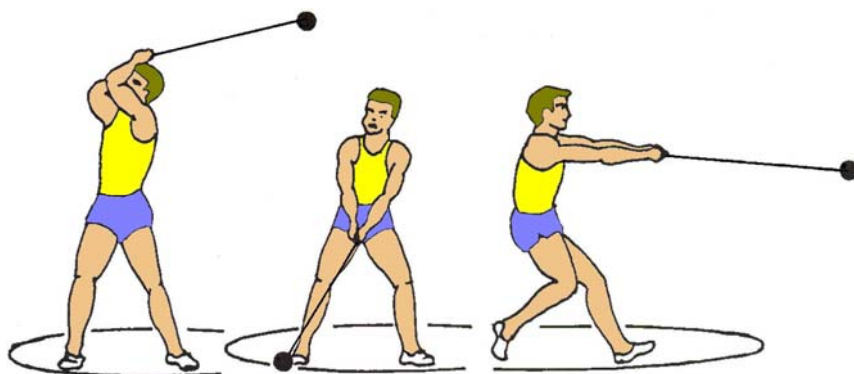


Figura 10. Primer gir: Transició.

3.3.2. Primer Gir.

El peu dret no abandona terra fins que ambdós peus no han girat cap a l'esquerra un mínim de 50° i un màxim de 90° . A partir d'aquest moment s'inicia la subfase unipodal del primer gir.

El treball del peu esquerre (de pivot) es realitza des del taló, passant per la vora externa cap al metatars ("gir taló-metatars", veure Fig 11).

Mentrestant, el cap del martell s'eleva fins a aconseguir el punt alt. Durant aquesta part de la trajectòria del martell, l'atleta es penja de forma gairebé passiva amb la intenció d'aprofitar les forces inercials.

A partir de l'instant en què s'assoleix el punt alt, l'atleta realitza un ràpid gir sobre el metatars del peu esquerre. Els genolls molt flexionats, sobretot l'esquerra que es dirigeix cap a terra (genuflexió, veure Fig 11).

La cama i el peu drets realitzen una rotació baixa i tancada al voltant de la cama esquerra.

La part inferior del cos s'avança al martell, desenvolupant de nou tensió prèvia per la distorsió entre els eixos dels malucs i les espatlles.

El peu dret es col·loca a terra molt activament de metatars, abans que el martell completi la seva òrbita ($220-280^\circ$). Per iniciar abans la subfase bipodal, aquest peu no es col·loca paral·lelament l'esquerre com succeïa en altres èpoques, sinó que ho fa apuntant cap a la dreta, avançant uns 10 cm respecte al peu esquerre, i continua girant activament.

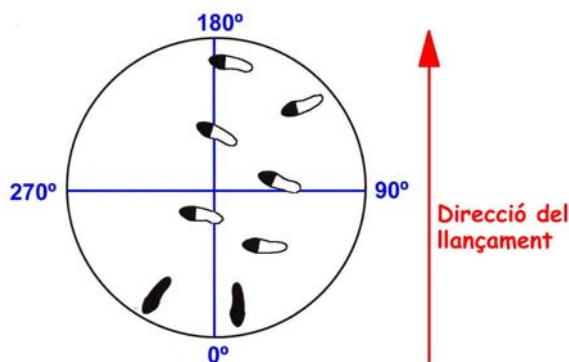


Figura 12. Col·locació dels peus.



Figura 11. Moviment dels peus.

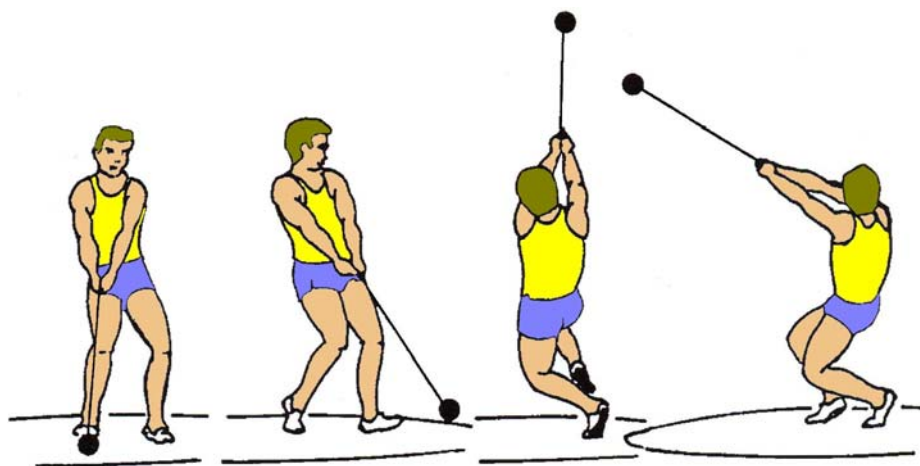


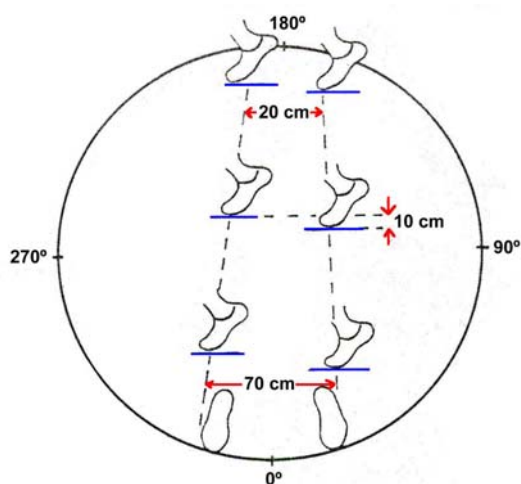
Figura 13. Un dels girs.

La pelvis realitza un moviment oposat a la trajectòria circular del martell, així, quan el martell es troba al punt alt, la pelvis (centre de masses) es troba al punt més baix (i a l'inrevés) contrarestant millor les forces centrífugues.

3.3.3. Segon i tercer o quart Girs.

La resta de girs són similars al primer però, com a resultat de la creixent velocitat de rotació, presenten les següents diferències:

- a) Les cada vegada més grans forces centrífugues fan que baixi cada vegada més el centre de masses mitjançant una genuflexió més profunda.



- b) La cama dreta gira cada vegada més propera a l'esquerra, d'aquesta manera triga cada vegada menys temps a completar el gir. D'altra banda, i per augmentar la trajectòria d'acceleració en la descàrrega, la cama dreta s'enlaira cada vegada amb més anticipació en relació al recorregut del martell i també es recolza abans.

Figura 14. Evolució de la col·locació dels peus al cercle.

c) El punt baix de l'òrbita del martell es va desplaçant cap a l'esquerra (8 a 20 ° per gir), des de la seva col·locació davant del peu esquerre en els Voltejos fins a una posició intermèdia davant del cos de l'atleta en la part posterior del cercle, abans de iniciar la fase final que porta a la descàrrega. Com és lògic, el punt alt es desplaça en el mateix sentit però a la part anterior del cercle.

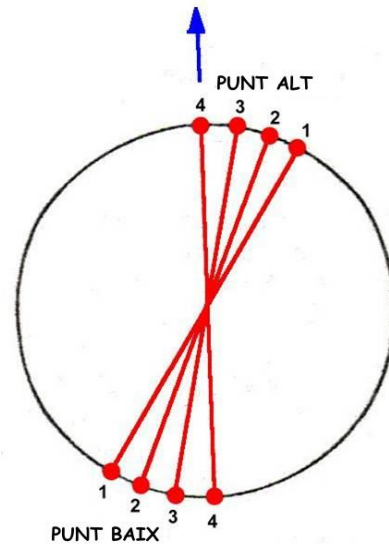


Figura 15. Punts baixos i alts del martell.

e) Com ja s'ha esmentat, durant les subfases unipodals, la distorsió entre els eixos de malucs i de les espatlles genera tensió prèvia que s'allibera en les subfases bipodals contribuint a l'acceleració del martell. En la tècnica moderna l'atleta intenta formar un triangle isòsceles amb l'eix de les espatlles i els braços estesos així com mantenir-lo durant totes les fases. En altres èpoques es buscava el major grau de distorsió a costa de "arrossegar" el martell flexionant el braç dret i, com resultat, un desavantatjós escurçament del radi del martell. Actualment el radi és més gran i la distorsió entre els eixos esmentats és tan sols d'uns 60 ° enfront dels aproximadament 90 ° de la tècnica antiga. D'aquesta manera, l'atleta pot suportar forces centrífugues més elevades i pot actuar davant del martell amb més equilibri i estabilitat.

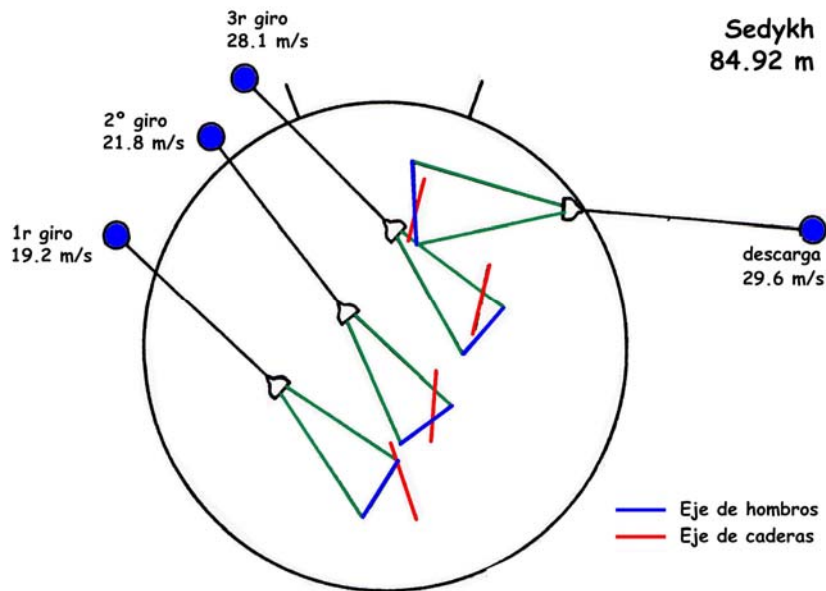


Figura 16. Velocitat del martell a l'inici de les subfases bipodals i en la descàrrega. Projecció en el pla horitzontal de les posicions del martell i dels eixos de malucs i espatlles (Bartoniets, 1990).

f) L'angle d'inclinació de l'òrbita del martell, que és d'uns 38 ° en els voltejos, augmenta gradualment durant els girs fins a aconseguir uns 44 ° en l'últim d'ells.

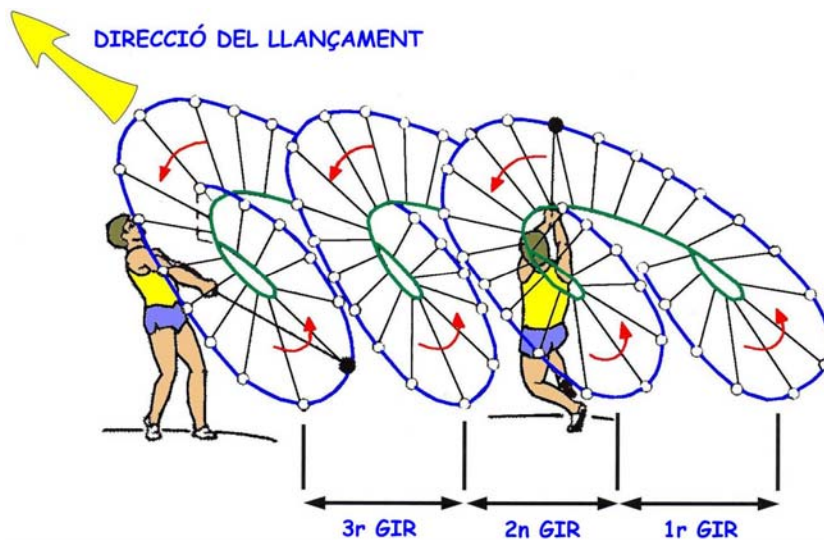


Figura 17. Trajectòria espiral del martell (Otto, 1987).

3.4. Fase 3: LA DESCÀRREGA.

L'objectiu de la descàrrega és assegurar que el martell es llança amb la màxima acceleració final i amb un angle òptim. Aquest és l'únic llançament on la major part de l'alta velocitat de llançament no s'aconsegueix en la fase de descàrrega (del 10 al 20%) sinó en els girs (80 - 90%).

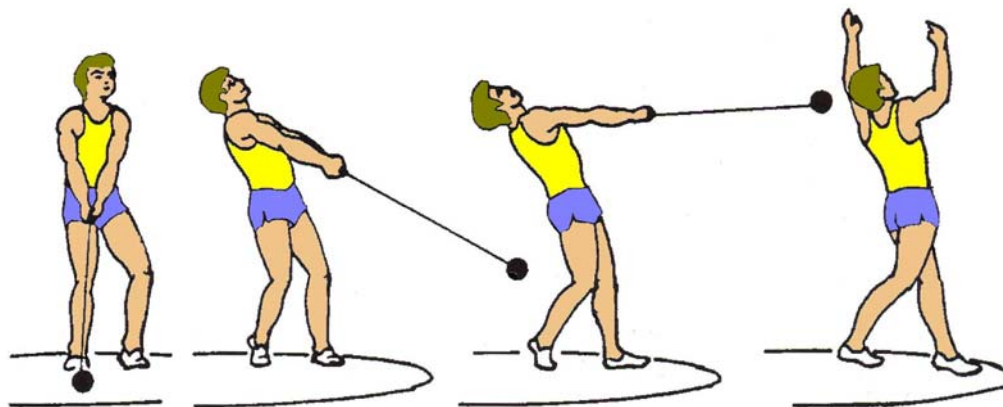


Figura 18. Fase de descàrrega.

Després que el metatars del peu dret contacte activament amb el terra al final de l'últim gir, l'atleta es troba d'esquena a la direcció del llançament en la part anterior del cercle.

Ambdues cames estan molt flexionades i el centre de masses es troba al punt més baix.

La col·locació activa del peu dret permet que el martell pugui accelerar-se fins que arribi al seu punt baix (ara col·locat davant de la part mitjana del cos de l'atleta en la vora posterior del cercle).

La cama dreta continua girant cap a l'esquerra, mentre que el maluc dret s'impulsa cap endavant i a l'esquerra, romanent fix el costat esquerre del cos. A continuació, les cames s'estenen frenant també el moviment de gir de la pelvis en l'instant en què l'eix de malucs apunta en la direcció del llançament. L'energia cinètica de les cames es transfereix llavors al tronc i els braços.

La fase de descàrrega acaba amb una fuetada dels braços estesos, les mans alliberen el martell quan es troben a l'alçada de les espatlles. En aquest moment el cap de l'atleta es troba en la projecció vertical del taló dret.

La descàrrega amb les espatlles i el cap tirats cap enrere, tan marcada en èpoques anteriors, no es considera adequada per el desavantatge de disminuir el radi del martell.

4. ASPECTES BIOMECÀNICS

El sistema atleta-martell gira al voltant d'un eix que passa pel centre de masses comú (CM) a les masses de l'atleta i del martell i el punt de suport amb el terra. A un costat de l'eix es trobarà la massa de l'atleta i a l'altre la massa del martell.

La distància de cadascuna d'aquestes masses al CM és inversament proporcional a la magnitud d'aquelles.

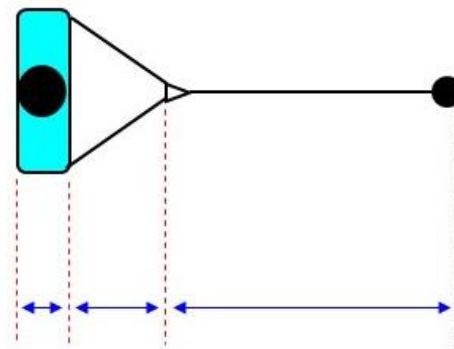


Figura 19. Diferents masses del sistema atleta-martell.

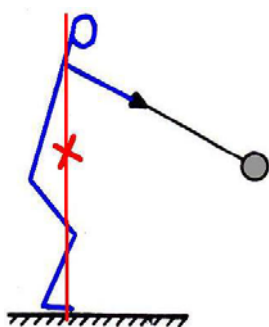


Figura 20. El sistema martell-atleta pivota al voltant d'un eix que passa pel centre de gravetat del sistema i pel contacte amb el terra.

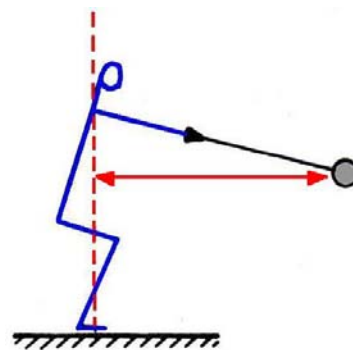


Figura 21. La velocitat lineal de l'artefacte serà més gran com més llarg sigui el radi, per tant, cal allunyar l'artefacte el màxim possible de l'eix de rotació.

Les Forces:

La llei d'inèrcia ens diu que un mòbil continua el seu desplaçament rectilini llevat que una força externa modifiqui la seva trajectòria.

El llançador de martell ha de desplegar una certa força per mantenir el martell en una trajectòria més o menys circular.

Aquest canvi continu de direcció provoca, d'una banda, una acceleració centrípeta (tracció des del nansa) i una altra centrífuga (tendeix a arrossegar a l'atleta cap a l'exterior).

La força necessària per mantenir el moviment circular d'un objecte depèn de la massa, la velocitat i el radi de rotació.

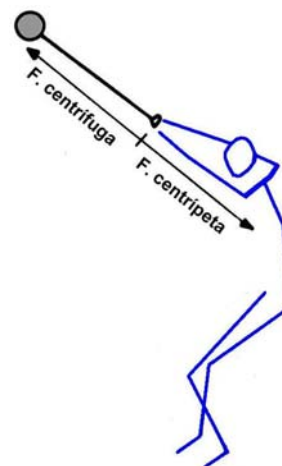


Figura 22. Les forces.

L'Acceleració del martell:

El moviment rotatori només pot accelerar si l'atleta es troba en doble recolzament. La rotació pot desenvolupar per bloqueig del moviment rectilini.

L'acceleració es fa a partir de dos components:

- a) L'acceleració horitzontal
- b) L'acceleració vertical

a) L'Acceleració Horitzontal s'aconsegueix:

- Per adherència entre el terra i els peus de l'atleta.
- Per desplaçament de l'eix de rotació del sistema.

El moviment rotatori només es pot accelerar si l'atleta es troba en doble recolzament. L'acceleració horitzontal serà més gran quan l'atleta es troba en doble recolzament i l'artefacte per sota del nivell de les espatlles.

b) L'acceleració Vertical: es realitza cap avall i cap amunt durant cada gir de 360°.

L'acceleració cap amunt té lloc quan l'eix del martell aconseguix la seva inclinació màxima per sota de l'horitzontal (punt baix del martell). Augmenta quan el martell sobrepassa el punt baix.

L'acceleració cap avall té lloc, a més de l'acció de la gravetat, gràcies a un descens del cos que ha de precedir immediatament al descens del martell durant els girs (punt alt del martell).

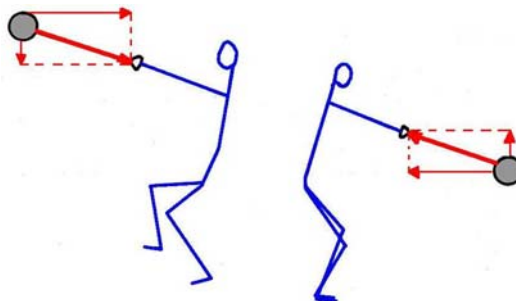


Figura 23. L'acceleració del martell.

L'acceleració del martell requereix un equilibri entre aquestes dues forces, que influeixen en l'equilibri de l'atleta (especialment en el recolzament simple).

En relació a això és desitjable tenir el CM relativament baix (cames flexionades).

L'acceleració Tangencial:

Es realitza quan el cos de l'atleta precedeix al martell. Té com a efecte crear una torsió del tronc sobre la pelvis i un gir accelerat des de l'arribada al doble recolzament.

Aquest avançament del conjunt peu dret - pelvis es deu:

- Al moment d'inèrcia (com més a prop es troben les masses de l'eix de rotació, més fàcil és el moviment).
- A la diferència de velocitat angular: peus - genoll dret - cap del martell.

L'acceleració Final:

Està orientada en direcció a la trajectòria de l'artefacte. El més essencial és conservar el radi de rotació el més gran possible.

L'eix de rotació s'ha d'alinear al més a prop possible de la vertical del peu esquerre.

Yuriy Sedykh, 82.34 m

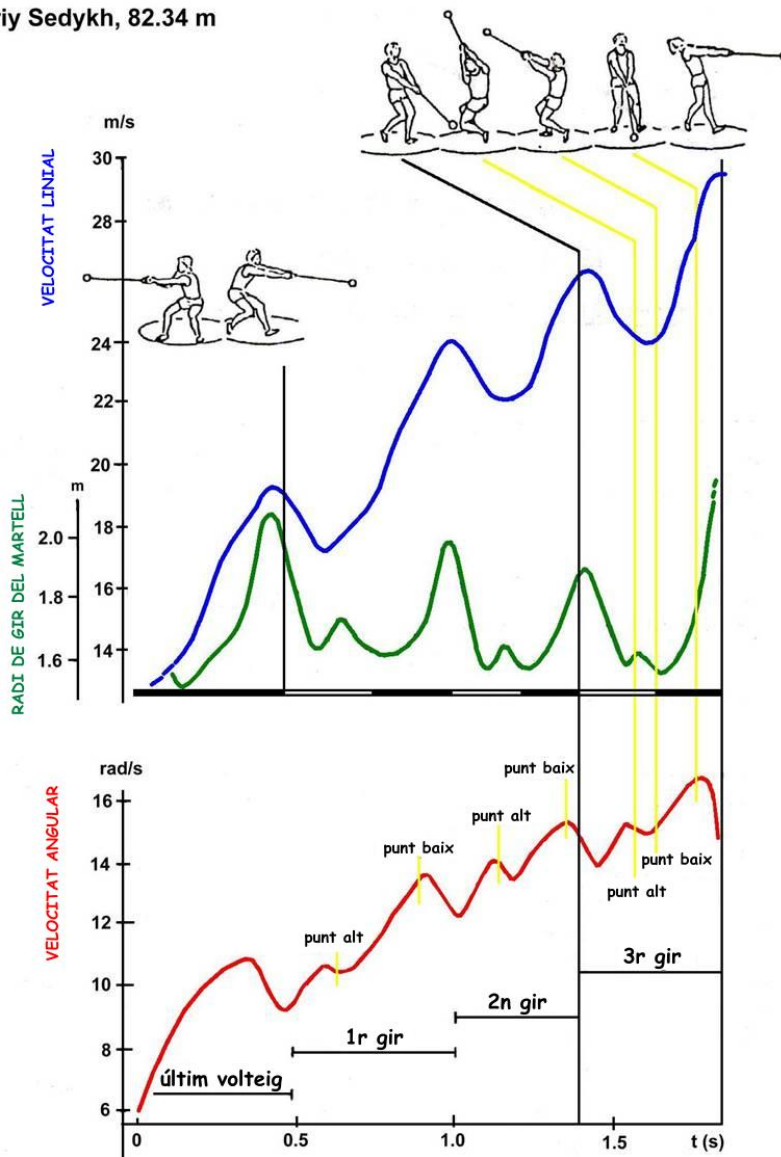


Figura 24. Velocitat línia, Radi de gir y Velocitat angular.

$$V = \omega \cdot r$$

Les velocitats angulars (ω) de gir del cos i del martell han de ser idèntiques des del moment de perdre contacte el peu dret fins que el martell arriba al punt alt de l'òrbita. Després, la velocitat angular de determinades parts del cos serà més elevada avançant-se respecte al martell.

El llançament de martell no és una rotació pura, sinó que també hi ha un moviment de translació, de manera que durant el llançament també es crea una acceleració línia.

Una major velocitat de llançament només es pot aconseguir imprimint un major impuls tangencial d'acceleració. Aquest major impuls tangencial només s'aconsegueix augmentant el radi de gir.

Amb l'augment del radi de gir, augmenta el moment d'inèrcia (la resistència al moviment),

S'ha de buscar una relació òptima entre el radi de gir i la velocitat linial.

L'increment de la velocitat linial es produeix com a conseqüència d'augmentar la velocitat angular en cada gir.

La velocitat angular es redueix al final del recorregut d'acceleració (de cada gir).

La velocitat linial augmenta en els voltejos, les fases de doble recolzament en els girs i en el final.

En el camí ascendent (cap al punt alt) el martell perd velocitat.

La distància teòrica d'un llançament es pot calcular mitjançant la fórmula:

$$D = H_o + \frac{V_o^2 \cdot \sin 2\alpha}{g}$$

Si fem càlculs i comparem les distàncies teòriques amb les aconseguides a la Taula 5, observarem que hi ha una diferència del 10-12% a causa fonamentalment de la resistència de l'aire.

Taula 5. Característiques biomecàniques d'alguns dels finalistes en el Campionat del Món de Roma-1987 i de Sedykh en el seu WR.

Atleta		Rendiment (m)	Ho (m)	Vo (m/s)	α (°)
Sergey Litvinov	URS	83,06	1,7	30,4	38,4
Juri Tamm	URS	80,84	1,9	29,9	43,2
Ralf Haber	DDR	80,76	1,7	30,0	40,5
Christoph Sahner	FRG	80,58	1,6	30,1	40,0
Igor Nikulin	URS	80,18	1,8	29,7	44,0
Heinz Weis	FRG	80,18	1,6	29,9	40,2
Yuriy Sedykh	URS	86,74	1,7	30,7	39,9

La forma esfèrica del martell no confereix les propietats aerodinàmiques que presenten la javelina o el disc. Un vent frontal o de cua de 2 m/s només significa una pèrdua/guany d'aproximadament 50 cm en un llançament de 80 m.

Igual que succeeix en els altres llançaments, la variable més important és la velocitat de sortida de l'artefacte ja que està elevada al quadrat. En els millors atletes pot arribar a valors de prop de 30 m/s. L'acceleració del martell es caracteritza per un augment de la velocitat de gir en el sentit del moviment. Aquesta es produeix en els voltejos, en les subfases bipodals i en la fase final de descàrrega.

Ja que l'alçada de descàrrega es troba a uns 2 m per sobre del nivell d'aterratge, l'angle de sortida òptim no és 45°, sinó de 42 a 44°. Una variació de 5°, mantenint constant la velocitat de descàrrega, representa una pèrdua en el resultat del voltant d'1 m.

A més distància aconseguida en un llançament, menor importància té l'alçada de descàrrega. Així, amb un angle constant de 44°, l'increment en la distància aconseguida amb una alçada de descàrrega augmentada en 20 cm, és tan sols de 18 cm.