

Part II: Salts - Tema 7

SALT AMB PERXA

El salt amb perxa és una disciplina que tradicionalment ha vingut classificant-se com un salt vertical, però des d'un punt de vista tècnic està més propera a un salt horitzontal, almenys fins a finalitzar la fase de batuda. Fins a aquest moment l'atleta té pràcticament intencions similars a les d'un saltador de longitud.

A diferència del que succeeix en els altres salts, on l'atleta no pot modificar la trajectòria del seu centre de masses en la fase aèria, en el salt amb perxa, en acabar la batuda, l'atleta continua en contacte amb el sòl a través del seu recolzament manual amb la perxa, podent modificar la trajectòria del c.m. fins al moment d'alliberar-se. Aquesta és la raó per la qual es diu que el perxista és un atleta saltador fins a la batuda i, a partir d'aquest instant, és un gimnasta sobre un aparell (la perxa).



Figura 1. El rècordman mundial de salt amb perxa, Sergey Bubka.

1. HISTÒRIA:

Aquesta especialitat té els seus orígens en els *Highland Games* escocesos i en l'esport rural de diferents zones d'Irlanda i els Països Baixos, encara que buscant distància (longitud) i no alçada. Com a salt vertical ja es practicava des de principis del segle XIX en acadèmies militars i escoles públiques centreeuropees, primer com a exercici gimnàstic per evolucionar després a salt competitiu. També es va utilitzar a Espanya com a “sort” en la brega de toros.

Va formar part del programa tant del primer Campionat d'Anglaterra (1866; millor marca 10 peus = 3.048 m) com el d'Estats Units (1877). És prova olímpica des dels primers Jocs de l'era moderna a Atenes-1896, incorporant-se la prova femenina a Sydney-2000 (Taula 1).

L'evolució tècnica d'aquest salt està molt lligada al tipus de material amb el qual es fabricaven les perxes. En ordre cronològic:

Fusta:

De diferents fustes (cedre, noguera, avet o freixe), però totes massisses el que les feia molt pesades (més de 10 Kg). Per poder transportar-les els atletes presentaven una gran separació de mans i la carrera d'impuls era curta i lenta. Al principi, el llistó pràcticament es franquejava amb una posició vertical assegurada pel que l'agafada va aconseguir una alçada de 90 cm superior a la del llistó. Amb el pas del temps van aparèixer atletes que van utilitzar “la gamba”.

Inicialment tots els atletes grimpaven per la perxa fins que es va prohibir (1889 a USA; a EUR es va utilitzar fins a 20 anys després). Mentre es va utilitzar aquesta tècnica, la perxa acabava en una espècie de trípod que va ser substituït per un clau en prohibir-se la grimpa.

Els rècords mundials amb aquest material són 3.58 m el 1891 (Thomas Ray, ENG) i 3.62 m el 1898 (Raymond G. Clapp, USA) amb i sense grimpa respectivament.

Canya de Bambú:

Abans de finalitzar el segle XIX apareixen les perxes de bambú. Acabades en punta i molt més lleugeres que les anteriors, permetien una carrera més llarga i ràpida. Les mans s'ajuntaven al moment de la batuda i els atletes realitzaven les primeres “recollides”. L'últim recordista mundial de l'especialitat amb aquest material va ser el nord-americà Cornelius Warderman (4.77 m indoor el 1943). El seu rècord no es va batre fins a 1957 ja amb un altre material, per la qual cosa el domini del bambú va perdurar durant gairebé mig segle.

Metàl·liques:

Les perxes metàl·liques eren igual de lleugeres que les de bambú (2 – 2.5 Kg), però molt més segures. A partir de 1945 apareixen les d'alumini (realment eren un aliatge alumini-cobri) i el 1950 les d'acer; aquestes últimes eren més flexibles i resistents. L'últim rècord mundial amb perxa metàl·lica és del nord-americà Don Bragg amb 4.80 m (1960).

Fibra de vidre:

Les perxes de fibra es van generalitzar a la fi dels anys 50. Amb aquest material el rendiment competitiu va donar un salt qualitatiu, l'any 1962, 31 dels 33 primers atletes del rànquing mundial van saltar amb elles 15 peus o més (4.57 m). Amb la fibra de vidre els atletes aprofiten l'efecte reactiu de l'artefacte per catapultar-se.

Amb les “*fiber glass*”, l'actual recordista, Sergey Bubka va batre en 17 ocasions el topall mundial, portant-ho des de 5.85 m el 1984 fins als 6.14 m el 1994; al llarg de la seva carrera esportiva va superar 6.00 m o més en 43 competicions.

Les perxes flexibles són capaces d'intercanviar energia. Dit d'una altra manera, quan es dobleguen emmagatzemen l'energia cinètica creada en la carrera d'impuls i la batuda, després l'alliberen quan es desdobleguen.

Taula 1: Els campions olímpics de salt amb perxa.

Homes			JJOO	Dones
3,30	William Hoyt	USA	I - ATENES - 1896	
3,30	Irving Baxter	USA	II - PARIS - 1900	
3,50	Charles Dvorak	USA	III - SANT LOUIS - 1904	
3,71	Edward Cook	USA	IV - LONDRES - 1908	
	Alfred Gilbert	USA		
3,95	Harry Babcock	USA	V - ESTOCOLM - 1912	
I Guerra Mundial			VI - BERLÍN - 1916	I Guerra Mundial
4,09	Frank Foss	USA	VII - ANVERS - 1920	
3,95	Lee Barnes	USA	VIII - PARIS - 1924	
4,20	Sabin Carr	USA	IX - AMSTERDAM - 1928	
4,31	Bill Miller	USA	X - LOS ANGELES - 1932	
4,35	Earle Meadows	USA	XI - BERLÍN - 1936	
II Guerra Mundial			XII - HELSINKI - 1940	II Guerra Mundial
			XIII - LONDRES - 1944	
4,30	Guinn Smith	USA	XIV - LONDRES - 1948	
4,55	Bob Richards	USA	XV - HELSINKI - 1952	
4,56	Bob Richards	USA	XVI - MELBOURNE - 1956	
4,70	Don Bragg	USA	XVII - ROMA - 1960	
5,10	Fred Hansen	USA	XVIII - TÒQUIO - 1964	
5,40	Bob Seagren	USA	XIX - MÈXIC - 1968	
5,50	Wolfgang Nordwig	DDR	XX - MUNIC - 1972	
5,50	Tadeusz Slusarski	POL	XXI - MONTREAL - 1976	
5,78	Wladyslaw Kozakiewicz	POL	XXII - MOSCOU - 1980	
5,75	Pierre Quinon	FRA	XXIII - LOS ANGELES - 1984	
5,90	Sergey Bubka	URS	XXIV - SEÜL - 1988	
5,80	Maxim Tarasov	EUN	XXV - BARCELONA - 1992	
5,92	Jean Galfione	FRA	XXVI - ATLANTA - 1996	
5,90	Nick Hysong	USA	XXVII - SYDNEY - 2000	4,60 Stacy Dragila USA
5,95	Timothy Mack	USA	XXVIII - ATENES - 2004	4,91 Yelena Isinbayeva RUS
5,96	Steven Hooker	AUS	XXVIII - PEQUÍN - 2008	5,05 Yelena Isinbayeva RUS

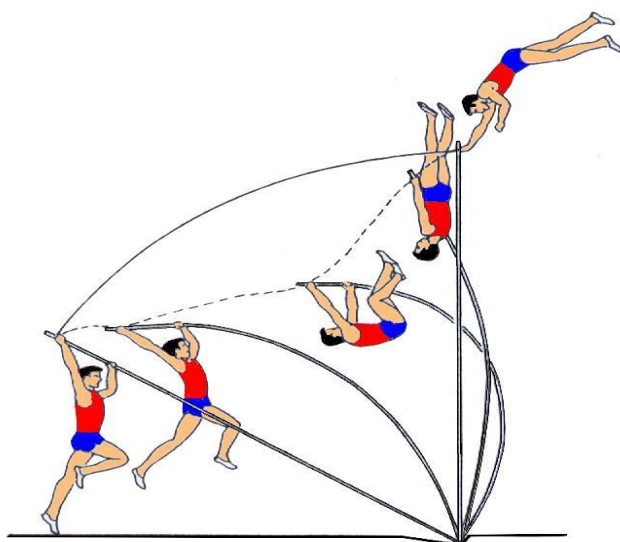


Figura 2. Recorregut de la mà superior amb perxa flexible (línia discontinua) y perxa rígida (línia continua).

aconseguir gairebé la mateixa alçada addicional (índex tècnic) per sobre del seu agafre (85 i 88 cm respectivament). Per tant, la diferència en l'alçada saltada és fonamentalment el resultat d'un agafre més alt en una perxa de fibra de vidre.

Des de un punt de vista físic, els objectius més importants del perxista són:

- Elevar la perxa fins una posició perpendicular al terra després de la batuda.
- Balancejar el seu cos per sobre del llistó.

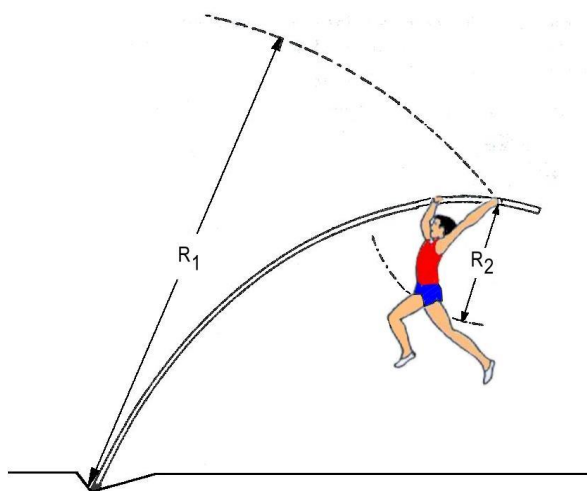


Figura 3. El atleta actúa como un péndulo suspendido de otro péndulo invertido que es la pértiga.

En altres paraules, en un salt vàlid el cos de l'atleta actua com un pèndol dins d'un altre pèndol (Figura 3), que no han de confondre's amb els pèndols llarg i curt que se citen en la descripció tècnica.

El primer pèndol el forma la perxa, amb el cos de l'atleta penjant d'aquesta. La perxa agafada a 5 m, es pot clavar en un angle inferior a 30° al moment de l'enlairament, per tant, s'ha de moure uns 60° per aconseguir la perpendicular del terra. La massa (perxa +

atleta) es mou en direcció oposada a la gravetat. L'esforç d'elevació necessari consumeix energia, una quantitat fixa de la qual es genera en la carrera d'impuls i la batuda. Com més allunyat es trobi el centre de masses del centre de pivot (punt de gir, en el caixet), tant major serà l'energia necessària. Aquesta és una consideració particularment important en la primera part del salt on es requereix de la major força d'elevació. En un bon salt existeix una transferència eficient de l'energia cinètica de la carrera d'impuls en energia potencial de la perxa. Quan la perxa es doblega, l'energia s'emmagatzema

i la corda (imaginària) que uneix la mà superior amb l'extrem de la perxa en el caixetí es veu significativament escurçada. Per als millors atletes s'escurça al voltant d' 1.50 m, és a dir més d'un terç de l'alçada d'agarrar. Quan la perxa es redreça allibera l'energia emmagatzemada. Si el saltador té el seu cos alineat amb la direcció d'aquesta força a mesura que aquesta s'allibera l'efecte d'elevació catapultarà el cos cap amunt fins a esgotar tota l'energia disponible.

El segon pèndol coincideix en el temps amb el primer. Descriu el moviment del cos amb les mans en el pivot (punt de gir). El balanceig cap amunt consumeix part de l'energia disponible, però se suposa que aquest esforç al que contribueix la musculatura d'espatlles, pit i abdomen sumarà acceleració. Aquesta energia rotacional augmenta l'energia total disponible i ajuda a l'atleta a aconseguir l'alçada addicional.

L'energia cinètica creada en la carrera d'impuls i la batuda es transforma en altres tres tipus d'energia (Figura 4):

- L'energia potencial de l'atleta, que continua augmentant des de la batuda fins que aconseguix el punt alt del vol.
- L'energia de tensió de la perxa, que augmenta fins que la perxa està totalment doblegada i disminueix progressivament en estendre's.
- L'energia cinètica residual, que mou el cos del saltador cap endavant sobre la perxa.

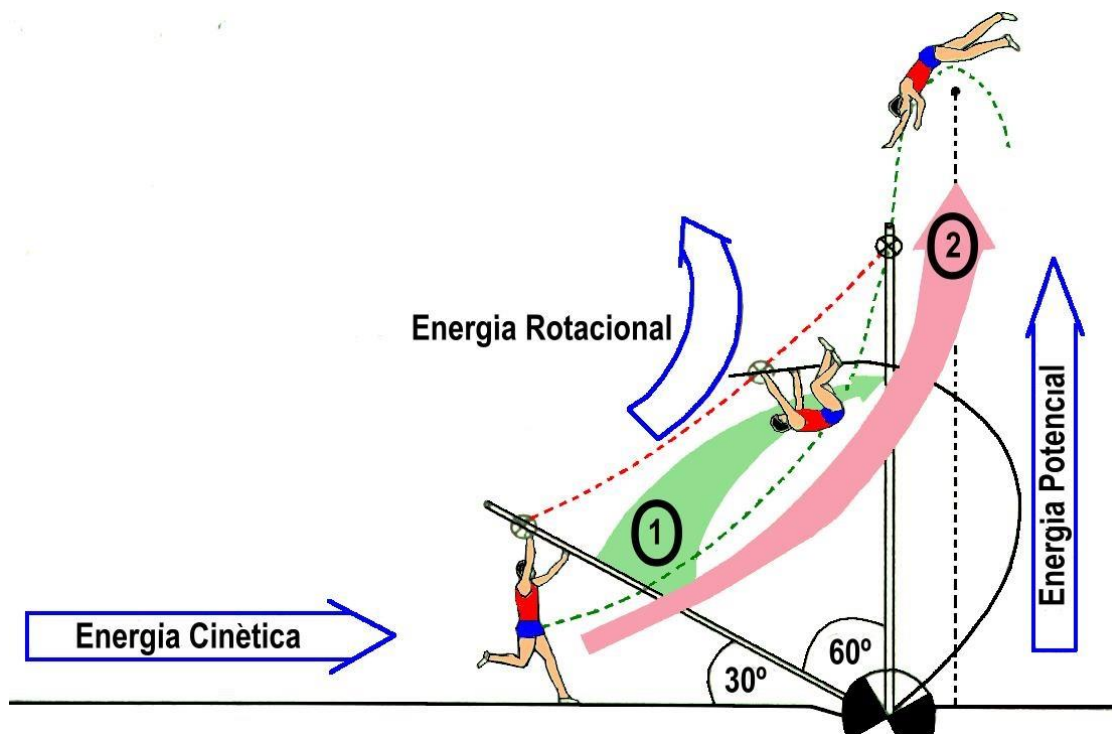


Figura 4. Transformació i intercanvis d'energia en el salt amb perxa.

2. LES PERXES ACTUALS

En la constant cerca de reduir el pes de les perxes, perquè l'atleta pugui córrer a major velocitat amb elles i amb la finalitat d'alleugerir sensiblement la càrrega que suposa en els metres finals mantenir la perxa en posició horitzontal, alguns fabricants de perxes nord-americans han empeltat en la part anterior i posterior (zones no flexibles) fibra de carboni, reduint amb això considerablement el pes; sent la zona més àmplia i central, on s'exerceix la flexió, de fibra de vidre, cada vegada més sofisticadament trenada. S'ha de tenir en compte que les perxes de fibra de vidre enresinada és flexible i la de carboni no, i que la fibra de vidre és molt més pesada que la de carboni.

Les perxes actuals es fabriquen amb moltes longituds i diferents dureses. Existeix una àmplia gamma a escollir als catàlegs dels fabricants. Les marques de perxa més conegudes i utilitzades són:

PACER
SPIRIT
CATA POLE
SKY POLE
NORDIK
STING
LERC

2.1 LA DURESA O RIGIDESA DE LES PERXES

Encara que la majoria dels fabricants tenen els seus propis catàlegs, i fins i tot taules d'equivalències d'una marca de perxa a una altra, és convenient saber que els fabricants de les millors perxes indiquen en l'extrem superior d'aquestes la longitud de les mateixes, la duresa en quilograms i/o lliures i el grau de flexió en cada duresa (indicat en cm i mm, p.e.: 19.4).

El grau de flexió és el resultant de carregar la part central de la perxa amb 50 lliures (22.68 Kg) de pes, estant la perxa recolzada en tots dos extrems sobre uns coixinets giratoris, mesurant-se la flexió o desviació del punt "0" en cm i mm.

Com més alt sigui el nombre, més tova serà la perxa (o sigui, major flexió) i, viceversa, com més baix sigui el nombre més dura és la perxa (menor flexió).

Per a cada model existeixen fins a 6 graus diferents de rigidesa. Quan es canvia a la següent rigidesa es recomanen almenys 2 graus més (0.4 cm).

2.2. LA SELECCIÓ DE LA PERXA

Una perxa es doblega de manera correcta quan la seva "corda" s'escurça fins al 70-75% del màxim agarre. Si s'escurça menys (80-85%), es té una pèrdua d'energia i, per tant, una menor alçada de salt, a més el doblegat submàxim té una durada temporal de "flexió i tornada" més petita, per la qual cosa el saltador roman menys temps en l'execució de les successives fases sobre la perxa. Per tant, la selecció i l'ús de la perxa adequada assumeix una importància vital.

Les indicacions per a la selecció de la perxa vénen donades pel pes corporal de l'atleta, de les seves possibilitats dinàmiques i tècniques, que permeten una certa alçada d'agarre (les perxes de fibra estan construïdes per ser agafades per l'extrem més alt, encara que el normal és fer-ho a 10-30 cm) i una certa rigidesa de l'artefacte.

Quan se selecciona la perxa per a un PRINCIPIANT, el punt inicial és tenir en compte la seva velocitat de carrera i el seu pes corporal. Sumant els punts per al pes i la marca en 100 m de la Taula 2, tindrem un valor per velocitat/pes:

Taula 2. Punts per velocitat i pes.

PUNTS DE VELOCITAT Y PES				
Pes corporal	<50 Kg	<65 Kg	<80 Kg	>80 Kg
MP 100 m	>14.0 seg	>13.0 seg	>12.0 seg	más rápido
Punts	1	2	3	4

Per exemple: si el pes de l'atleta és de 63 Kg (2 punts) i la seva millor marca en 100 m és de 12.1 seg. (3 punts), el total de punts és 5.

Amb els punts ja acumulats i l'alçada de l'atleta es pot utilitzar la Taula 3 per determinar la perxa amb el qual un atleta pot maniobrar en la segona o tercera sessió d'entrenament tècnic.

Per exemple: si l'atleta mesura 1.69m d'alçada, la perxa més adequada seria la de 4m de longitud i 60-65Kg de rigidesa.

Taula 3. Característiques de la perxa en funció dels punts acumulats i la estatura de l'atleta.

Estatura de l'atleta	<1.60 m	1.70 m	1.80 m	>1.80 m
Longitud de la perxa	<3.50 m	4.00 m	4.00 – 4.30 m	4.30 m
Punts	Duresa de la perxa			
2	30 – 40 Kg	40 – 45 Kg		
3	40 – 50 Kg	50 – 55 Kg	55 Kg	
4	50 Kg	55 – 60 Kg	60 Kg	65 Kg
5	50 Kg	60 – 65 Kg	65 Kg	70 Kg
6		65 Kg	70 Kg	70 Kg
7				75 Kg

Per a saltadors de diferents nivells es recomanen els següents valors de duresa:

- de 4.00 a 4.50m: la duresa ha de ser similar al pes corporal.
- més de 4.50m: la duresa ha d'estar al voltant del pes corporal més 10 Kg.
- els saltadors d'èlit son capaços de doblegar perxes que sobrepassin un 15% el seu pes corporal.

Una perxa de 160 lliures (72.6Kg) de duresa amb un agarre a 4.40m d'alçada, pot ser, a idèntic comportament tècnic, igual de dura que una perxa de 155 lliures (70.3Kg) amb un agarre a 4.35m. Quan un atleta pot doblegar la seva perxa a 90°, hauria de considerar la possibilitat de canviar de longitud i/o duresa.

La informació de la Taula 4 relaciona l'alçada de l'agarre i l'alçada addicional (índex tècnic) amb la diferència entre el pes corporal i la duresa de la perxa per a rendiments entre 5.20 i 6.00 m:

Taula 4. Característiques de la perxa en funció del rendiment.

Rendiment	5.20 m	5.40 m	5.60 m	5.80 m	6.00 m
Agarre net	4.50 m	4.60 m	4.65 m	4.70 – 4.80 m	4.85 – 4.95 m
Índex tècnic	0.70 m	0.80 m	0.95 m	1.00 – 1.10 m	1.05 – 1.15 m
Difer. Duresa y PC	5 Kg	10 Kg	12.5 – 15 Kg	15 – 17.5 Kg	17.5 – 20 Kg

La Taula 5 mostra una generalització de la opció dels models disponibles en una de las marques utilitzada amb major freqüència en els últims anys, la Pacer Mark III.

Taula 5. Models de perxa disponibles de Pacer Mark III.

Pes corporal (Kg)	Alçada de l'AGARRE (m)				
	3.35 – 3.66	3.81 – 3.96	4.11 – 4.27	4.34 – 4.50	4.57 – 4.80
	M o d e l o				
50	4.00 / 50				
52		4.25 / 52			
54	4.00 / 54	4.25 / 54			
57		4.25 / 57			
59	4.00 / 59	4.25 / 59			
61		4.25 / 61			
63	4.00 / 63	4.25 / 63	4.60 / 63		
66		4.25 / 66	4.60 / 66	4.80 / 66	
68	4.00 / 68	4.25 / 68	4.60 / 68	4.80 / 68	
70		4.25 / 70	4.60 / 70	4.80 / 70	
73		4.25 / 73	4.60 / 73	4.80 / 73	5.00 / 73
75		4.25 / 75	4.60 / 75	4.80 / 75	5.00 / 75
77		4.25 / 77	4.60 / 77	4.80 / 77	5.00 / 77
80		4.25 / 80	4.60 / 80	4.80 / 80	5.00 / 80
82			4.60 / 82	4.80 / 82	5.00 / 82
84			4.60 / 84	4.80 / 84	5.00 / 84
86				4.80 / 86	5.00 / 86
88					5.00 / 88
91					5.00 / 91

3. CARACTERÍSTIQUES GENERALS DELS PERXISTES

Els objectius que tenen els atletes en aquesta disciplina són bàsicament: elevar el més alt possible el seu cos i evitar derrocar el llistó en sobrepassar-lo. Ja hem vist que amb l'ajuda de la perxa, l'atleta ha de transferir l'energia cinètica ($E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2$) generada en la carrera d'impuls i transformar-la en energia potencial ($E_p = m \cdot g \cdot H$) impulsant el seu centre de masses el més alt possible per sobre del punt de recolzament en la perxa. Tot això requereix el domini tècnic d'un moviment complex i un nivell suficient en una sèrie de capacitats:

- Velocitat de carrera
- Força reactiva de salt
- Coordinació i capacitat per ajustar-se al ritme de doblegat/desdoblecat de la perxa
- Força de la part superior del cos i els braços
- Característiques mentals

La importància relativa d'aquestes capacitats ha anat canviant amb el pas del temps. La utilització de les actuals perxes de fibra ha fet possible una progressió important en el rendiment competitiu i, també, ha canviat radicalment la tècnica del salt creant un perfil d'exigències bastant diferent en relació al passat.

El transport de la perxa i el manteniment d'un agarre ferm requereixen d'un cert nivell de força en la musculatura dels braços i la part superior del cos. Aquesta força també és important en la clavada i durant la penetració i "ancoratge" o pèndol llarg quan la perxa es doblega en la fase fonamental de la penetració. No obstant això, el nivell de desenvolupament d'aquesta força, típica dels gimnastes, era molt més necessària per saltar amb perxes rígides.

En l'actualitat són més importants el nivell de mestratge tècnic i el sentit del ritme, necessaris al moment d'estar penjat de la perxa doblegada i en l'embranchida que es rep d'aquesta en el desdoblecat de la perxa. El canvi en l'èmfasi de la força al domini tècnic dels moviments de balanceig en el salt de perxa modern ha estat un factor fonamental en la popularització d'aquesta especialitat en les dones.

La velocitat de la carrera d'impuls que ha estat sempre important, s'ha convertit actualment en crítica per a l'alt rendiment, ja que al costat de l'execució correcta del complex clavada-batuda, és determinant per al doblegat de la perxa. En competició s'han mesurat velocitats al final de la carrera d'impuls properes a 10 m/s, properes a les assolides en els salts de longitud i triple (Taula 6). Sergey Bubka, ex-recordista mundial, té com a marques competitives: 10.37 s en 100 m i 7.81 m en salt de longitud.

Taula 6. Velocitat al final de la carrera d'impuls.

		Alçada del Llistó (m)	Velocitat (m/s)	
			16 – 11 m	11 – 6 m
WC-87	Sergey Bubka	5.85	9.47	9.77
	Thierry Vigneron	5.80	9.42	9.43
	Rodino Gataulin	5.80	9.40	9.60
OG-88	Grigoriy Yegorov	5.80	9.36	9.42
	Earl Bell	5.70	8.87	9.23
	Kory Tarpenning	5.50	8.87	9.04
GG-90	Grigoriy Yegorov	5.87	9.52	9.52
	Rodion Gataulin	5.92	9.71	9.52
	Igor Potapovich	5.57	9.35	9.35
	Maksim Tarasov	5.57	9.71	9.35
	Earl Bell	5.37	8.85	9.09

El salt amb perxa modern també requereix de certes característiques psicològiques: l'atleta ha de ser valent i tenir determinació. Els millors atletes han de transportar una perxa de 5 m de longitud que pesa 2.5 Kg, clavar-la en el caixetí corrent a alta velocitat, batre absorbint l'impacte de la penetració, catapultar-se cap amunt amb el cap cap avall i suport manual a més de 5 m del terra abans de caure en el matalàs, en ocasions, amb vent lateral. També és molt important la capacitat d'activació-relaxació ja que les competicions importants acostumen a durar diverses hores.

Taula 7. Característiques dels perxistes en els Campionats del Món en Roma - 1987

		ALÇADA del SALT (m)	ESTATURA (m)	PES CORPORAL (Kg)	VELOCITAT MÀXIMA CARRERA (m/s)	AGARRE (m)	LONGITUD PERXA (m)	DURESA (Kg)	FLEXIBILITAT (nº - cm)	PROFUNDITAT (cm)	ÍNDEX TÈCNIC (cm)
Sergey Bubka	URSS	5.85	1.84	77	9.77	5.17	5.26	100	11.4	72	88
Thierry Vigneron	FRA	5.80	1.81	73	9.43	5.00	5.10	88	15.0	60	100
Rodion Gataulin	URSS	5.80	1.90	77	9.60	5.10	5.18	95	12.8	60	90
Marian Kolasa	POL	5.80	1.96	90	9.26	5.07	5.10	102	11.8	67	93
Nikolay Nikolov	BUL	5.70	1.82	78	9.31	4.85	5.00	91	14.6	65	105
Earl Bell	USA	5.70	1.93	82	9.51	4.95	5.20	97	12.5	55	95
Delko Lesev	BUL	5.60	1.82	69	9.16	4.85	5.00	88	14.8	36	95
Atanas Tarev	BUL	5.60	1.80	75	9.29	4.95	5.10	91	14.0	52	85

Rànquing Mundial de tots els temps
tancat el 30-SET-10

SALT AMB PERXA homes

	<u>Marca</u>	<u>Atleta</u>	<u>Pais</u>	<u>Naix.</u>	<u>Lloc</u>	<u>Data</u>	<u>Edat</u>	<u>Alçada</u>	<u>Pes</u>	<u>Índ. M.C.</u>
1	6,15 i	SERGEY BUBKA	UKR	4-12-63	Donetsk	21-feb.-93	29,2	1,84	80	23,6
2	6,06 i	STEVEN HOOKER	AUS	16-7-82	Boston	7-feb.-09	26,6	1,87	75	21,4
3	6,05	MAKSIM TARASOV	RUS	2-12-70	Atenes	16-jun.-99	28,6	1,94	80	21,3
	6,05	DMITRIY MARKOV	AUS (exBLR)	14-3-75	Edmonton	9-ago.-01	26,4	1,82	85	25,7
5	6,04	BRAD WALKER	USA	21-6-81	Eugene	8-jun.-08	27,0	1,88	86	24,3
6	6,03	OKKERT BRITS	RSA	22-8-73	Colonia	18-ago.-95	22,0	1,98	84	21,4
	6,03	JEFF HARTWIG	USA	25-9-67	Jonesboro	14-jun.-00	32,7	1,90	82	22,7
8	6,02 i	RODION GATAULIN	RUS	23-11-65	Atlanta	18-may.-96	30,5	1,89	78	21,8
9	6,01	IGOR TRANDENKOV	RUS	17-8-66	San Petersburgo	4-jul.-96	29,9	1,91	80	21,9
	6,01	TIMOTHY MACK	USA	15-9-72	Mònaco	15-sep.-04	32,0	1,88	78	22,1
	6,01	EVGENIY LUKYANENKO	RUS	23-1-85	Bydgoszcz	1-jul.-08	23,5	1,90	80	22,2
	6,01	RENAUD LAVILLENIE	FRA	18-9-86	Leiria	21-jun.-09	22,8	1,77	69	22,0
13	6,00	TIM LOBINGER	GER	3-9-72	Colonia	24-ago.-97	25,0	1,93	86	23,1
	6,00 i	JEAN GALTIER	FRA	9-6-71	Maebashi	6-mar.-99	27,8	1,84	82	24,2
	6,00 i	DANNY ECKER	GER	21-7-77	Dortmund	11-feb.-01	23,6	1,93	80	21,5
	6,00	PAUL BURGESS	AUS	14-8-79	Perth	25-feb.-05	25,6	1,83	78	23,3
	6,00	TOBY STEVENSON	USA	19-11-76	Modesto	8-may.-04	27,5	1,86	79	22,8
18	5,98	LAWRENCE JOHNSON	USA	7-5-74	Knoxville	25-mar.-96	21,9	1,83	83	24,8
19	5,97	SCOTT HUFFMAN	USA	30-11-64	Knoxville	18-jun.-94	29,6	1,75	75	24,5
20	5,96	JOE DIAL	USA	26-10-62	Norman	18-jun.-87	24,7	1,74	68	22,5
21	5,95	ANDREI TIVONTCHIK	GER	13-7-70	Colonia	16-ago.-96	26,1	1,84	77	22,7
	5,95	MICHAEL STOLLE	GER	14-12-74	Mònaco	18-ago.-00	25,7	1,92	78	21,2
	5,95	ROMAIN MESNIL	FRA	13-7-77	Castres	6-ago.-03	26,1	1,88	79	22,4
24	5,94 i	PHILIPPE COLLET	FRA	13-12-63	Grenoble	10-mar.-90	26,3	1,77	76	24,3
25	5,93 i	BILLY OLSON	USA	19-7-58	East Rutherford	8-feb.-86	27,6	1,88	73	20,7
	5,93 i	TYE HARVEY	USA	25-9-74	Atlanta	3-mar.-01	26,5	1,86	73	21,1
	5,93	ALEX AVERBUKH	ISR	1-10-74	Madrid	19-jul.-03	28,8	1,78	76	24,0
28	5,92	ISTVAN BAGYULA	HUN	2-1-69	Linz	5-jul.-91	22,5	1,85	80	23,4
	5,92	IGOR POTAPOVICH	KZK	6-9-67	Dijon	13-jun.-92	24,8	1,85	75	21,9
	5,92	DEAN STARKEY	USA	27-3-67	Sao Paulo	21-may.-94	27,2	1,88	84	23,8
31	5,91	THIERRY VIGNERON	FRA	9-3-60	Roma	31-ago.-84	24,5	1,81	73	22,3
	5,91 i	VIKTOR RYZHENKOV	UZB	25-8-66	San Sebastián	15-mar.-91	24,6	1,90	86	23,8
	5,91 A	RIAAN BOTHA	RSA	8-11-70	Pretoria	2-abr.-97	26,4	1,86	82	23,7
34	5,90	PIERRE QUINON	FRA	20-2-62	Nîça	16-jul.-85	23,4	1,80	74	22,8
	5,90 i	FERENC SALBERT	FRA	5-8-60	Grenoble	14-mar.-87	26,6	1,89	85	23,8
	5,90	MIROSLAW CHMARA	POL	9-5-64	Villeneuve d'Ascq	27-jun.-88	24,2	2,01	86	21,3
	5,90 i	GRIGORIY YEGOROV	KZK	12-1-67	Yokohama	11-mar.-90	23,2	1,84	75	22,2
	5,90	DENIS PETUSHINSKIY	RUS	29-1-67	Moscou	13-jun.-93	26,4	1,88	81	22,9
	5,90 i	PYOTR BOCHKARYOV	RUS	3-11-67	Paris	12-mar.-94	26,4	1,86	82	23,7
	5,90	JACOB DAVIS	USA	29-4-78	Austin	4-abr.-98	19,9	1,93	91	24,4
	5,90	VIKTOR CHISTIYAKOV	RUS / AUS	9-2-75	Salamanca	15-jul.-99	24,4	2,02	92	22,5
	5,90	PAVEL GERASIMOV	RUS	29-5-79	Rüdlingen	12-ago.-00	21,2	1,93	83	22,3
	5,90	NICK HYSONG	USA	9-12-71	Sydney	29-sep.-00	28,8	1,83	77	23,0
	5,90	GIUSEPPE GIBILISCO	ITA	5-1-79	Paris	28-ago.-03	24,7	1,86	78	22,5
	5,90 i	IGOR PAVLOV	RUS	18-7-79	Madrid	5-mar.-05	25,6	1,86	78	22,5
	5,90 i	BJÖRN OTTO	GER	16-10-77	Leipzig	17-feb.-07	29,4	1,88	84	23,8
47	5,89	KORY TARPENNING	USA	27-2-62	Indianapolis	21-jul.-88	26,4	1,80	75	23,1
48	5,87	EARL BELL	USA	25-8-55	Jonesboro	14-may.-88	32,7	1,93	80	21,5
	5,87	OSCAR JANSON	SWE	22-7-75	Somero	29-jun.-03	28,0	1,92	88	23,9
50	5,86	VASILIIY BUBKA	UKR	26-11-60	Chelyabinsk	16-jul.-88	27,7	1,84	76	22,4
	5,86	BILL PAYNE	USA	21-12-67	Houston	19-may.-91	23,4	1,85	75	21,9
	5,86	VALERI BUKREJEV	EST	15-6-64	Somero	3-jul.-94	30,1	1,86	82	23,7
53	5,86 A	PAVEL BURLACHENKO	RUS	7-4-76	Pretòria	23-may.-01	25,1	1,84	80	23,6
	5,95	Promitjos					26,3	1,87	80	22,8
	0,06	Desviació estàndard					2,8	0,06	5	1,1
	100°	5,80 m				Mínim	19,9	1,74	68	20,7
	200°	5,70 m				Màxim	32,7	2,02	92	25,7
	300°	5,61 m								
	400°	5,56 m								

Rànquing Mundial de tots els temps
tancat el 30-SET-10

SALT AMB PERXA dones

	<u>Marca</u>	<u>Atleta</u>	<u>Pais</u>	<u>Naix.</u>	<u>Lloc</u>	<u>Data</u>	<u>Edat</u>	<u>Alçada</u>	<u>Pes</u>	<u>Índ. M.C.</u>
1	5,06	YELENA ISINBAYEVA	RUS	3-6-82	Zürich	28-ago.-09	27,3	1,74	66	21,8
2	4,92	JENNIFER STUCKZYNSKI	USA	6-2-82	Eugene	6-jul.-08	26,4	1,80	64	19,8
3	4,88	SVETLANA FEOFANOVA	RUS	16-7-80	Iraklio	4-jul.-04	24,0	1,63	52	19,6
4	4,85	FABIANA MURER	BRA	16-3-81	San Fernando	4-jun.-10	29,2	1,72	64	21,6
5	4,83	STACY DRAGILA	USA	25-3-71	Ostrava	8-jun.-04	33,2	1,73	64	21,4
	4,83	ANNA ROGOWSKA	POL	21-5-81	Brussel·les	26-ago.-05	24,3	1,70	52	18,0
7	4,82	MONIKA PYREK	POL	11-8-80	Stuttgart	22-sep.-07	27,1	1,74	52	17,2
8	4,78	TATYANA POLNOVA	RUS	20-4-79	Mònaco	19-sep.-04	25,4	1,69	60	21,0
9	4,77	ANNIKA BECKER	GER	12-11-81	Wattenscheid	7-jul.-02	20,7	1,70	67	23,2
10	4,75	KATERINA BADUROVA	CZE	18-12-82	Osaka	28-ago.-07	24,7	1,67	50	17,9
11	4,75 i	YULIYA GOLUBCHIKOVA	RUS	27-3-83	Peania	13-feb.-08	24,9	1,75	54	17,6
	4,75 i	SILKE SPIEGELBURG	GER	17-3-86	Torino	7-mar.-09	23,0	1,73	62	20,7
13	4,73	CHELSEA JOHNSON	USA	20-12-83	Los Gatos, CA	26-jun.-08	24,5	1,75	62	20,2
14	4,72 i	KYM HOWE	AUS	12-6-80	Saulheim	30-jun.-07	27,1	1,75	63	20,6
	4,72	CAROLIN HINGST	GER	18-9-80	Biberach	9-jul.-10	29,8	1,74	60	19,8
16	4,70	YVONNE BUSCHBAUM	GER	14-7-80	Ulm	29-mar.-03	22,7	1,70	57	19,7
	4,70	VANESSA BOSLAK	FRA	11-6-82	Màlaga	28-jun.-06	24,1	1,69	57	20,0
18	4,68	ANNA BATTKE	GER	3-1-85	Berlin	14-jun.-09	24,5	1,73	58	19,4
19	4,67	KELLIE SUTTLE	USA	9-5-73	Jonesboro	16-jun.-04	31,1	1,70	59	20,4
20	4,66 i	CHRISTINE ADAMS	GER	28-2-74	Sindelfingen	10-mar.-02	28,0	1,82	72	21,7
	4,66 i	LACY JANSON	USA	20-2-83	Fayetteville	12-feb.-10	27,0	1,78	68	21,5
	4,66	JIRINA PTACNIKOVA	CZE	20-5-86	Trinec	17-jul.-10	24,2	1,75	69	22,5
23	4,65	MARY SAUER	USA	21-10-75	Madrid	3-jul.-02	26,7	1,64	59	21,9
	4,65	ANASTASIYA SHVEDOVA	RUS	24-8-79	Praga	13-jun.-07	27,8	1,74	63	20,8
	4,65	ALEKSRA KIRYASHOVA	RUS	21-8-85	Tula	1-ago.-09	24,0	1,66	53	19,2
	4,65	LISA RYZIH	GER	27-9-88	Barcelona	30-jul.-10	21,9	1,77	56	17,9
27	4,64	GAO SHUYING	CHN	28-10-79	New York	2-jun.-07	27,6	1,80	63	19,4
	4,64 i	JILLIAN SCHWARTZ	USA	19-9-79	Fayetteville	15-feb.-08	28,4	1,73	62	20,7
	4,64 i	PAVLA HAMACKOV-RYBOVA	CZE	20-5-78	Velenje	21-jun.-03	25,1	1,70	66	22,8
30	4,63	NASTJA RYSHICH	GER	19-9-77	Bydgoszcz	14-feb.-07	29,4	1,70	59	20,4
	4,63	APRIL STEINER	USA	22-4-80	Norman, OK	12-abr.-08	28,0	1,75	58	18,9
32	4,60	EMMA GEORGE	AUS	1-11-74	Sydney	20-feb.-99	24,3	1,72	64	21,6
	4,60 i A	MELISSA MUELLER	USA	16-11-72	Flagstaff	9-feb.-02	29,3	1,78	66	20,8
	4,60	YELENA BELYAKOVA	RUS	7-4-76	Tula	10-ago.-03	27,4	1,77	56	17,9
	4,60 A	ANDREA DUTOIT	USA	28-8-78	Albuquerque	1-may.-04	25,7	1,78	64	20,2
	4,60	THOREY EDDA ELISDOTTIR	ISL	30-6-77	Madrid	17-jul.-04	27,1	1,81	64	19,5
	4,60	TRACY O'HARA	USA	20-7-80	Palo Alto	20-may.-05	24,8	1,65	55	20,2
	4,60	ERIN ASAY	USA	17-3-83	La Jolla, CA	25-abr.-08	25,1	1,68	55	19,5
	4,60	JULIA HÜTTER	GER	26-7-83	Sindelfingen	24-feb.-08	24,6	1,70	54	18,7
	4,60	ANNA GIORDANO BRUNO	ITA	12-12-80	Milano	2-ago.-09	28,7	1,71	65	22,2
	4,60	KATE DENNISON	GBR	7-5-84	Szczecin	15-sep.-09	25,4	1,72	60	20,3
	4,60 i	KRISTINA GADSCHIEW	GER	6-7-84	Karlsruhe	28-feb.-10	25,7	1,70	63	21,8
	4,60	BECKY HOLLIDAY	USA	12-3-80	Des Moines	27-jun.-10	30,3	1,60	52	20,3
44	4,58	TATIANA GRIGORIEVA	AUS	8-10-75	Daegu	28-sep.-06	31,0	1,80	64	19,8
45	4,57	ANZHELA BALAKHONOVA	UKR	18-12-72	Jalta	4-jul.-04	31,6	1,62	52	19,8
46	4,56 i	NICOLE RIEGER / HUMBERT	GER	5-2-72	Estocolm	25-feb.-99	27,1	1,68	53	18,8
	4,56 i	NAROA AGIRRE	ESP	15-5-79	Sevilla	17-feb.-07	27,8	1,77	67	21,4
	4,56	ALANA BOYD	AUS	10-5-84	Mònaco	29-jul.-08	24,2	1,71	61	20,9
49	4,55	ANASTASIYA IVANOVA	RUS	3-5-79	Tula	1-ago.-04	25,3	1,74	63	20,8
	4,55	KRISZTINA MOLNAR	HUN	8-4-76	Beckum	20-ago.-06	30,4	1,68	51	18,1
	4,55 A	KELSEY HENDRY	CAN	29-6-82	Provo, UT	24-may.-08	25,9	1,70	59	20,4
	4,55	AFRODITI SKAFIDA	GRE	20-3-82	Atenes	15-jun.-08	26,3			
	4,55	ERICA BARTOLINA	USA	15-5-80	Eugene	6-jul.-10	28,2	1,68	57	20,2
54	4,55	NIKOLETA KIRIAKOPOULOU	GRE	21-3-86	Doha	14-may.-10	24,2	1,67	56	20,1
	4,67	Promitjos					26,5	1,72	60	20,2
	0,11	Desviació estàndard					2,6	0,05	5	1,4
	100°	4,37 m				Mínim	20,7	1,60	50	17,2
	200°	4,25 m				Màxim	33,2	1,82	72	23,2

U.S.A. 16 atletes

Alemanya 9

Rússia 7

Austràlia 4

Polònia 3

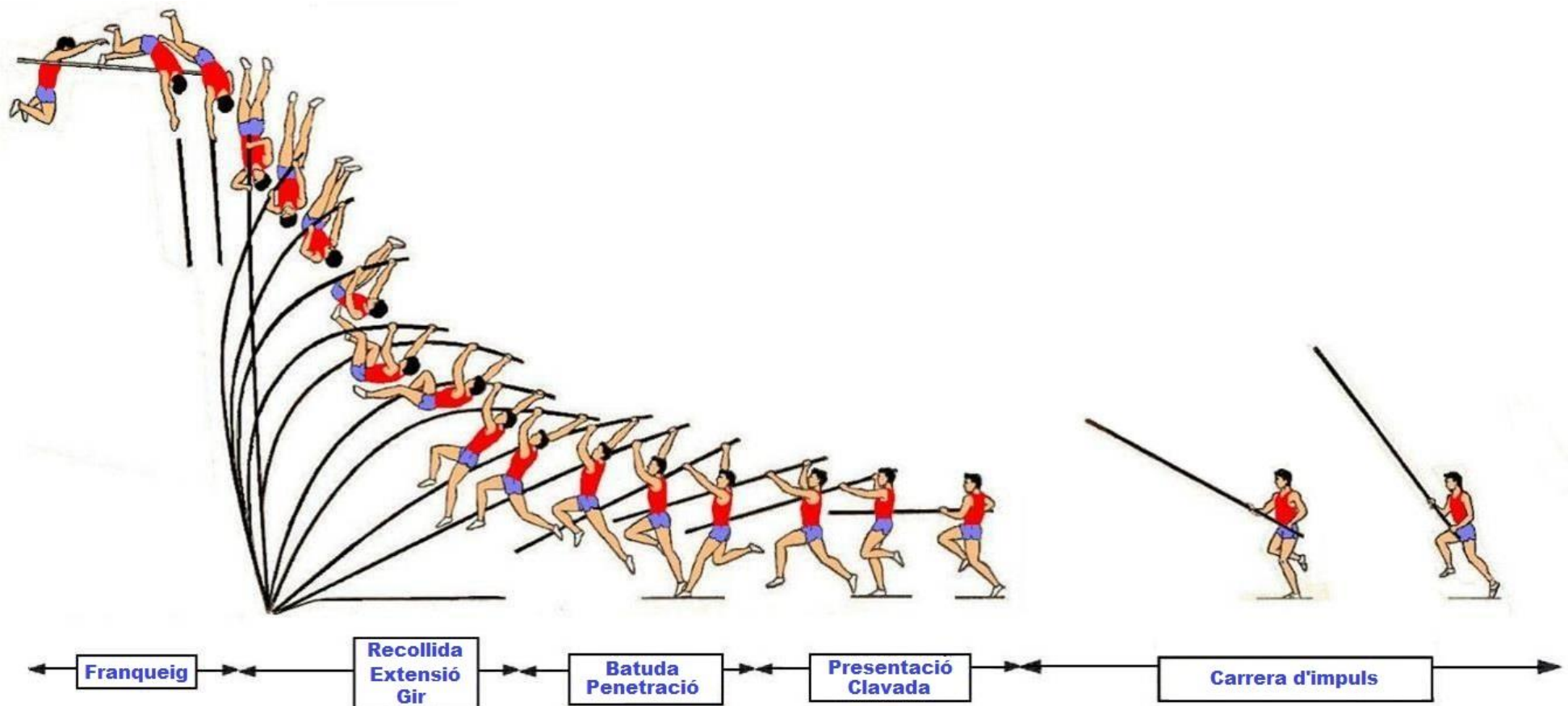


Figura 5. Fases del salt amb perxa.

4. MODEL TÈCNIC DEL SALT AMB PERXA

El salt amb perxa pot dividir-se en les següents fases (Figura 5):

- 1) Carrera d'impuls i Presentació / Clavada,
- 2) Batuda i Penetració,
- 3) Recollida i Extensió / Gir,
- 4) Franqueig i Aterratge.

La majoria dels atletes transporta la perxa pel seu costat dret i fan la batuda amb la cama esquerra, pel que la descripció tècnica està basada en aquests atletes.

4.1. Fase 1: CARRERA D'IMPULS i PRESENTACIÓ / CLAVADA

La forma de subjectar la perxa i transportar-la durant la carrera d'impuls depèn de:

- L'agarre,
- La duresa de la perxa,
- La velocitat que pot aconseguir l'atleta

Forma de subjectar la perxa:

L'agarre i la forma de transport de la perxa durant la carrera d'impuls és un dels detalls determinants en aquesta prova ja que permet la utilització o no de tots els recursos tècnics de l'atleta. Els millors atletes s'esforcen per tenir un agarre el més alt possible.

La mà dreta (o SUPERIOR) ha d'agafar la perxa amb el palmell dirigit cap a davant estant semi-oberta i amb l'angle format pel polze i l'índex recolzat sobre la perxa. Aquesta mà ha de mantenir la perxa prop del maluc.

La mà esquerra (o INFERIOR) agafa la perxa per damunt, palmell a baix, i la sosté davant del pit. Aquesta mà representa el punt fix a partir del qual l'atleta, pressionant cap avall o elevant la mà dreta, elevarà o descendirà respectivament l'extrem lliure de la perxa.

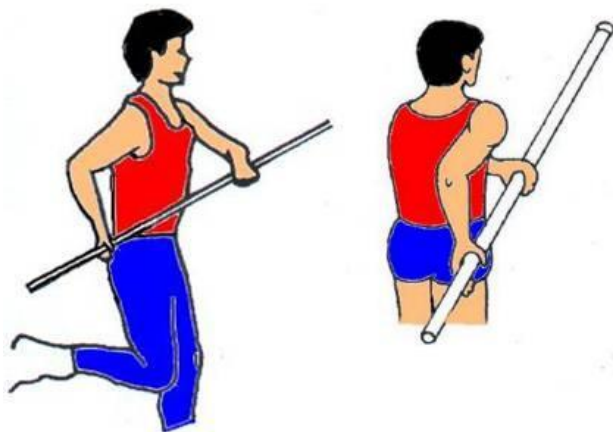


Figura 6. Transport de la perxa.

La separació de mans (o AMPLITUD de l'AGARRE) és important per a la transferència d'energia cap a la perxa després de la batuda i, per tant, la seva magnitud ha de disminuir l'efecte de frenat de la perxa sobre el saltador. Actualment aquesta distància oscil·la entre 50 i 70 cm (alguns entrenadors recomanen l'ample de les espatlles o la separació en la qual l'atleta és més hàbil en la barra fixa) i estar ajustada en funció de l'alçada de l'agarre i la duresa de la perxa. La forma de transportar la perxa també és un factor a tenir en compte per decidir aquesta separació de mans.

Entre els avantatges d'un agarre estret d'aquest tipus, es troba la possibilitat de poder realitzar la clavada amb la mà esquerra més alta.

Forma de transportar la perxa:

La forma de transportar la perxa ha de permetre l'assoliment de la màxima velocitat controlada de carrera i, en conseqüència, facilitar la presentació-clavada durant els 3 últims passos de la carrera d'impuls i la penetració de la perxa des de la fase de batuda. També ha d'estar coordinada amb el ritme de la carrera d'impuls. A causa del seu pes, el transport de la perxa col·locada més vertical al principi de la carrera facilita l'assoliment d'una major velocitat. Els millors atletes tendeixen a transportar-la des d'una posició de $70 \pm 5^\circ$ respecte al terra al principi de la carrera i, a mesura que avancen, la van descendant progressivament fins a l'horitzontal en la part final per assegurar un descens i una clavada més suau i rítmica. D'aquesta manera, la creixent tracció endavant i la pressió cap al terra s'utilitzen per augmentar l'activitat dels recolzaments i accelerar la clavada.

Carrera d'impuls:

La longitud de la carrera d'impuls varia en funció del nivell físic-tècnic dels atletes, especialment de la velocitat de carrera. Però en l'elit és de 40 a 45 m (18 – 20 passos).

*Taula 8. Influència de la velocitat de carrera en el rendiment.
(Vitaly Petrov, 1989)*

Marca en 100 m (s)	Velocitat dels últims passos m/s	Número de passos	Índex Tècnic (cm)	Agarre (m)	Alçada de Salt (m)
10.2 - 10.4	9.60 - 9.80	22	120 - 130	5.10 - 5.20	6.20 - 6.30
10.6 - 10.8	9.30 - 9.50	20	100 - 110	5.05 - 5.10	5.85 - 6.00
11.0 - 11.2	9.05 - 9.25	18	80 - 90	4.85 - 5.00	5.50 - 5.70
11.5 - 11.7	8.90 - 9.05	16	70 - 80	4.70 - 4.80	5.20 - 5.40
12.0 - 12.4	8.60 - 8.85	14	55 - 70	4.50 - 4.65	4.80 - 5.00
12.5 - 13.5	8.20 - 8.55	12	40 - 55	4.20 - 4.40	4.40 - 4.70
13.0 - 13.5	8.00 - 8.20	10	20 - 40	4.00 - 4.25	4.00 - 4.30

L'inici de la carrera d'impuls pot ser des d'una posició de peus paral·lels o un darrere de l'altre. La carrera és progressivament accelerada podent distingir en ella diferents segments:

Primer segment: en els primers 4 – 6 passos (segment d'engegada) ha d'haver-hi un suau increment de la velocitat i un clar augment de l'amplitud dels passos. La forma d'execució i la col·locació del sistema atleta-perxa en aquest segment influeix de forma determinant en el ritme i la velocitat de carrera. Al mateix temps que l'atleta adquireix velocitat, és important que mantingui un bon alineament, amb el cos una mica inclinat cap a davant i tots dos braços flexionats. Tot el sistema està controlat per la mà esquerra situada còmodament en una posició fixa (sense oscil·lacions) i alta davant del pit; així, la perxa es troba una mica desviada cap a l'esquerra de la línia de carrera.

Segon segment: representa els següents 8 a 10 passos de carrera (segment d'acceleració). Aquí l'objectiu és aconseguir el 90-95% de la velocitat màxima de la carrera d'impuls. L'atleta va redreçant-se fluidament, centrant la seva atenció en el desplaçament cap a davant de la pelvis pel que s'ajuda amb la cama lliure de recolzament. La perxa es transporta a $50 \pm 5^\circ$ respecte al terra. Per desenvolupar major velocitat, l'atleta sincronitza el moviment de les cames amb un lleuger moviment

de les espatlles (que no ha de comportar oscil·lacions de la perxa). El recolzament és metatarsià actiu amb reduïda fase d'amortiguació. Al final d'aquest segment s'aconsegueix la màxima amplitud del pas.

A mesura que la carrera d'impuls continua cap al segment de velocitat òptima, es presta més atenció a la freqüència dels passos. Els saltadors de menys d'1.80 m d'alçada mantenen una alta freqüència del pas des de l'inici de la carrera intentant augmentar l'amplitud a mesura que arriben al segment de velocitat òptima.

Tercer i últim segment: aquí s'aconsegueix la màxima velocitat de la carrera; representa els últims 6 passos de la carrera d'impuls incloent la presentació de la perxa (segment de preparació de la batuda). L'atleta s'esforça per augmentar la freqüència mantenint l'amplitud del pas.

Aquí els indicadors d'una bona estructura de carrera d'impuls són:

- Recolzament metatarsià,
- Bona elevació de genolls,
- Posició alta del cos.

Molts saltadors col·loquen una referència intermitja, aproximadament a 17-17.50 m (alt nivell) del fons del caixetí, a 6 passos de la batuda, que és molt útil perquè l'atleta pugui ajustar millor el talonament seguint les instruccions de l'entrenador.

Presentació i Clavada

En els tres últims passos de la carrera d'impuls es prepara la clavada que té com a objectiu col·locar la perxa per a la batuda minimitzant la pèrdua de velocitat.

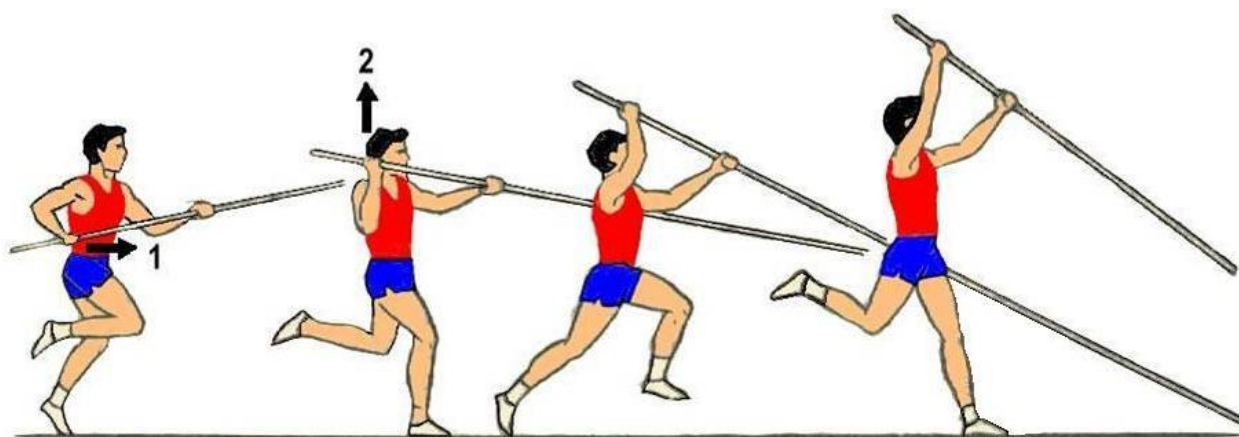


Figura 7. Fase de presentació i clavada.

En el avant-penúltim pas de la carrera d'impuls (dempeus dret a peu esquerre) s'inicia la preparació de la clavada. En aquest moment la mà superior (dreta) empeny endavant i s'eleva per sobre del maluc i, com a conseqüència, l'extrem lliure de la perxa descendeix en direcció al caixetí, quedant gairebé paral·lela al terra.

En el penúltim pas (dempeus esquerre a dret), la mà superior (dreta) segueix elevant-se fins a l'alçada del cap, el braç inferior (esquerre) ha d'estar gairebé estès i guiar l'extrem de la perxa cap al caixetí. Quan el peu dret es col·loca pla en el terra, el braç (inferior) esquerre s'eleva a gairebé la mateixa alçada que el superior (dret). Al mateix temps que la cama esquerra oscil·la cap endavant, sobrepasant la dreta (cuixes gairebé paral·leles), la mà superior (dreta) s'haurà elevat a l'alçada dels

ulls i estarà propera a la cara.

En l'últim pas, tots dos braços es mouen explosivament cap amunt i endavant al mateix temps que la cama esquerra (de batuda) realitza un moviment baix i curt per col·locar el peu esquerre de planta al terra i iniciar la fase de batuda.

L'amplitud dels tres últims passos generalment és menor que la dels anteriors passos; no obstant això, la majoria dels atletes descendeixen el seu centre de masses allargant el penúltim pas (10 ± 5 cm aproximadament més llarg que l'últim pas).

La clavada es completa quan la perxa descansa fermament en el fons del caixetí; preocupa molt poc que la punta de la perxa s'hagi col·locat en el frontal del caixetí i després lliscat cap avall, o que hagi estat directament clavada en el fons.

Durant la clavada el cos es manté alt i l'eix de les espatlles perpendicular a la direcció de la carrera d'impuls.

4.2. Fase 2: BATUDA i PENETRACIÓ

L'objectiu d'aquesta fase és transferir la màxima energia possible a la perxa.

Batuda:

La batuda s'inicia amb la col·locació del peu esquerre; l'eix de les espatlles es manté com abans, perpendicular a la direcció de carrera. L'acció d'estendre els braços a dalt-endavant mou la perxa davant del cos.

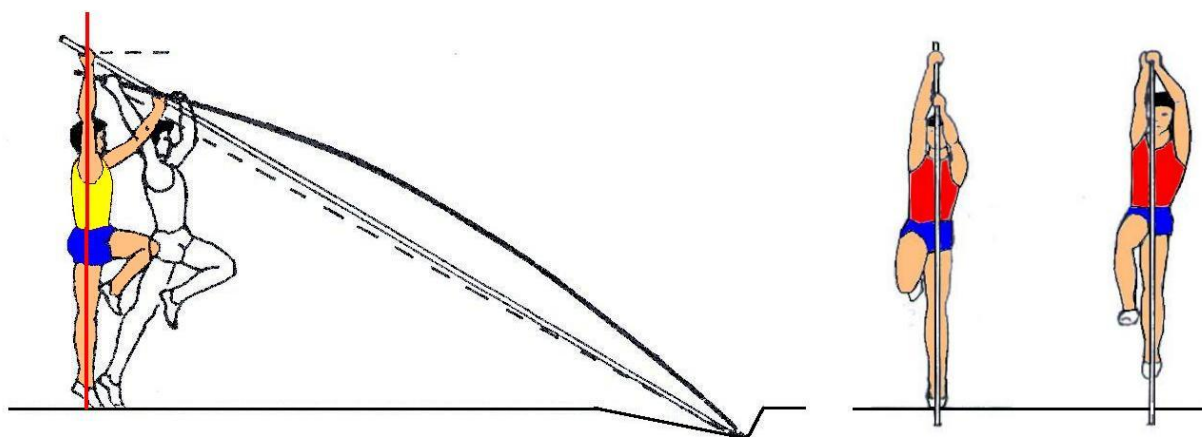


Figura 8. Fase de Batuda.

La línia imaginària que uneix la punta del peu de batuda amb la mà superior, ha de ser perpendicular al terra.

Per transferir tota l'energia generada en la carrera d'impuls, l'atleta intenta realitzar una batuda que no es vegi obstaculitzada per la perxa. Això es denomina "batuda lliure" i requereix del saltador una impulsió explosiva cap endavant per "penetrar" amb la perxa.

La cama de batuda ha d'estendre's totalment i la lliure flexionada oscil·la activament cap endavant passant el taló prop del gluti. Els braços es troben ancorats a la perxa i el peu de batuda al terra,

mentre que el pit i els malucs es mouen cap endavant. En aquests moments la perxa encara no ha iniciat el seu doblegat ($20 - 22^\circ$ respecte al terra).

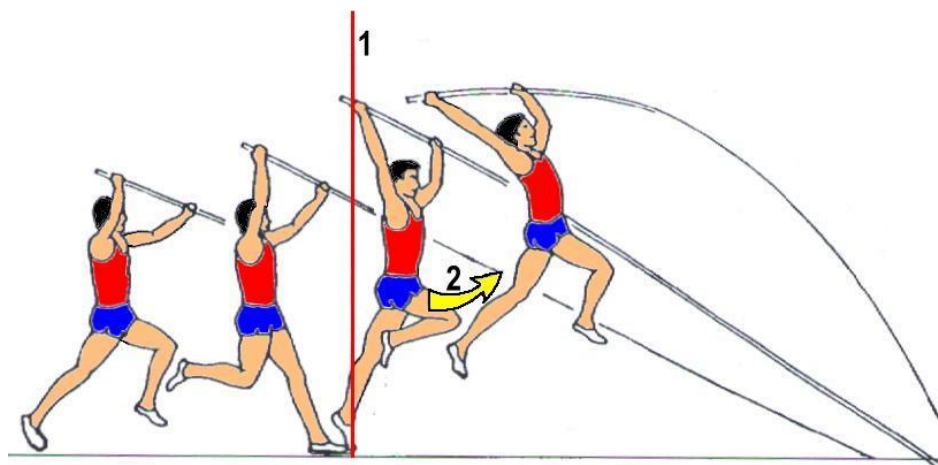


Figura 9. Batuda y penetració.

El punt d'enlairament ha d'estar en la projecció vertical de la mà superior. Just immediatament abans de l'enlairament del peu de batuda, el braç inferior està bloquejat amb el colze flexionat en angle obtús.

Penetració:

Al moment que el peu de batuda perd contacte amb el terra, s'inicia la penetració, instant que ha de coincidir en tant que sigui possible, amb el recolzament ferm de la perxa en la part posterior del caixetí.

Aquí l'atleta intenta mantenir la posició corporal del final de la batuda.

En tot el procés de doblegat de la perxa intervenen tres elements:

a) L'ancoratge: la cama lliure es veu arrossegada darrere del tronc penjant lliurement o traccionada des d'enrere sense empènyer els malucs endavant (esquena recta, no arrodonida). Les espatlles no es troben travades de tal forma que el pit empeny cap endavant la mà inferior. El colze del braç esquerre roman bloquejat. Al mateix temps que succeeix tot això, la musculatura del tronc s'estira preparant-se per jugar un paper important en els moviments posteriors de pèndol llarg i recollida. Aquí és important el triangle de forces que formen la mà superior (dreta), la mà inferior (esquerra) i el pit del saltador. Si el conjunt actua adequadament la perxa anirà flexionant-se correctament.

b) El pèndol llarg: comença amb el balanceig cap endavant tant de la cama de batuda (estesa) com de la cama lliure (flexionada). L'extensió del braç inferior (esquerre) i el manteniment de l'extensió del superior (dret) bloquegen la rotació del tronc al voltant de l'eix de les espatlles i asseguren que el centre de masses del cos romangui el més allunyat possible de la perxa. Durant aquest moviment la perxa es doblega encara més.

c) El pèndol curt: quan s'esgota la força generada per la penetració i la perxa s'ha doblegat de tal manera que el cos de l'atleta es troba novament en prolongació del braç superior, el pèndol llarg es transforma en pèndol curt o recollida.

4.3. Fase 3: Recollida i Extensió / Gir

Recollida:

El pèndol curt o recollida és una prolongació del pèndol llarg ja que ambdues cames continuen el seu moviment cap endavant (que en relació al terra és cap amunt). Tots dos braços romanen estesos i el maluc es flexiona. El resultat de tot això és l'aplicació d'una major força sobre la perxa, continuant el seu doblegat.

Si l'alçada de l'agarre i la duresa de la perxa estan ben coordinats amb la força de l'atleta, s'aconseguirà el màxim doblegat de la perxa i en aquest just moment l'esquena de l'atleta es trobarà paral·lela al terra (alguns entrenadors la denominen posició "J").

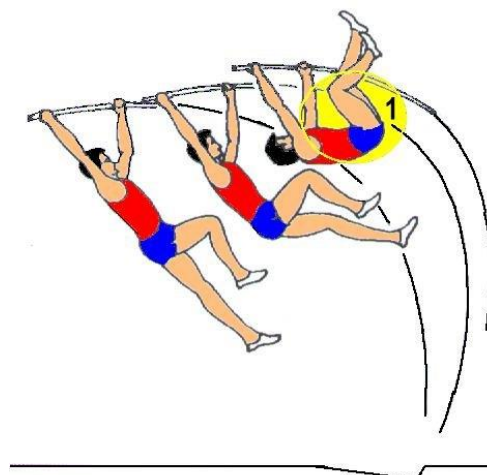


Figura 10. Recollida o pèndol curt.

A mesura que la perxa comença a desdoblegar-se, el cos també s'estén sincronitzadament amb ella. Amb el braç superior estès, els malucs i el tronc han d'empènyer decididament cap amunt fins que la pelvis s'apropi a la mà superior, el braç inferior es va flexionant. Si:

- a) l'estirament de tot el cos des de la posició "J" fins a la "T" (ancoratge invertit) es completa abans que la perxa es desdoblegui i
- b) l'atleta encara es troba allunyat del llistó,

qualsevol energia que procedeixi del desdoblegat de la perxa es posa a la disposició de l'embranchida del cos cap amunt i ajuda en el moviment d'extensió / gir.

Per evitar que les cames s'apropin al llistó, hauran d'empènyer més enllà de la vertical darrere de la mà superior (dreta) de tal manera que les cuixes toquin la mà.

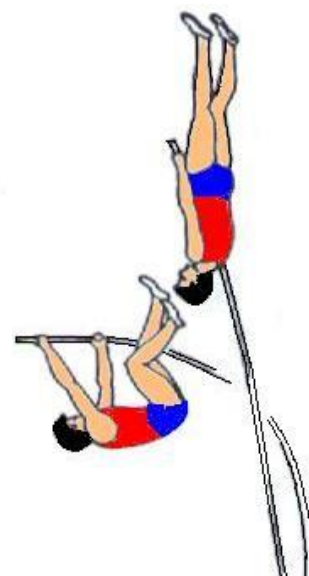


Figura 11. Extensió.

Extensió / Gir

L'extensió / Gir comença amb una tracció de tots dos braços. El braç inferior s'estén, mentre el superior es flexiona. Quan el braç inferior està totalment estès, la mà d'aquest braç (esquerra) deixa anar la perxa. En aquest moment el braç superior ha d'estendre's totalment empenyent el cos cap amunt i a distància de la perxa. Tota aquesta seqüència produeix una rotació del cos com de gir al llarg del seu eix longitudinal de tal manera que el pit de l'atleta queda enfront del llistó i els peus comencen a aproximar-se a ell.

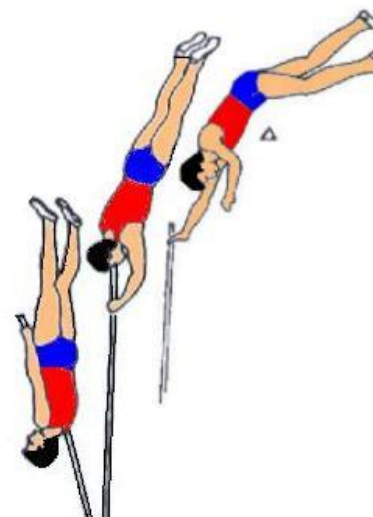


Figura 12. Gir.

4.4. Fase 4: FRANQUEIG Y ATERRATGE

La tècnica de franqueig depèn de la posició del cos a mesura que s'apropa al llistó. La tècnica més habitual és la de franquejar flexionant-se ràpidament pel maluc per aconseguir amb el cos una forma de ferradura o posició de "gamba".

Quan les cuixes sobrepassen el llistó, la part superior del cos ha d'estar arrodonida, després els braços i el cap han d'estendre's cap amunt i enrere. Aquesta seqüència permet un franqueig controlat del llistó ja que cada part del cos passa prop d'ell. La correcta realització depèn de l'impuls cap a enrere des de la perxa que es troba gairebé vertical i del manteniment del cos el més recte possible fins que els malucs arribin al plànol del llistó.

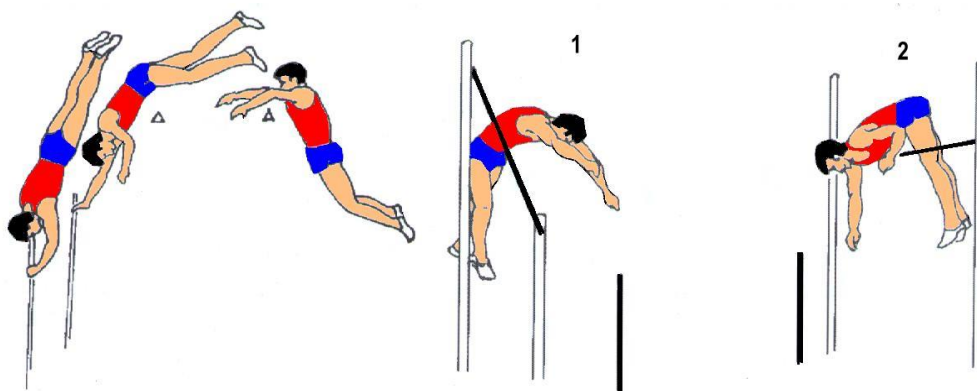


Figura 13. Franqueig del llistó.

Si la direcció del cos en abandonar la perxa no és vertical sinó inclinada cap a l'horitzontal, i sempre que l'alçada del llistó hagi estat aconseguida, l'atleta pot franquejar el llistó amb el cos gairebé recte. Això es denomina tècnica en bandera o volada. Aquesta tècnica augmenta el risc de derrocar el llistó amb els peus o amb la part superior del cos.

Quan tot el cos ha sobrepassat el llistó, es pot evitar el "salt mortal" cap a enrere deixant caure el cap cap al pit i portant els braços cap a davant mentre es flexionen els malucs. L'atleta ha de caure pla sobre la seva esquena.

5. ASPECTES BIOMECÀNICS

En la Figura 14 l'alçada que sobrepassa l'atleta es desglossa en les següents alçades parcials. Segons aquest model l'alçada del llistó H_L pot desglossar-se en:

- H_1 : Alçada del c.m. en l'enlairament,
- H_2 : Alçada del c.m. just abans de deixar la perxa,
- H_3 : Alçada del c.m. en el punt més alt del vol lliure,
- H_4 : Alçada del c.m. sobre el llistó.

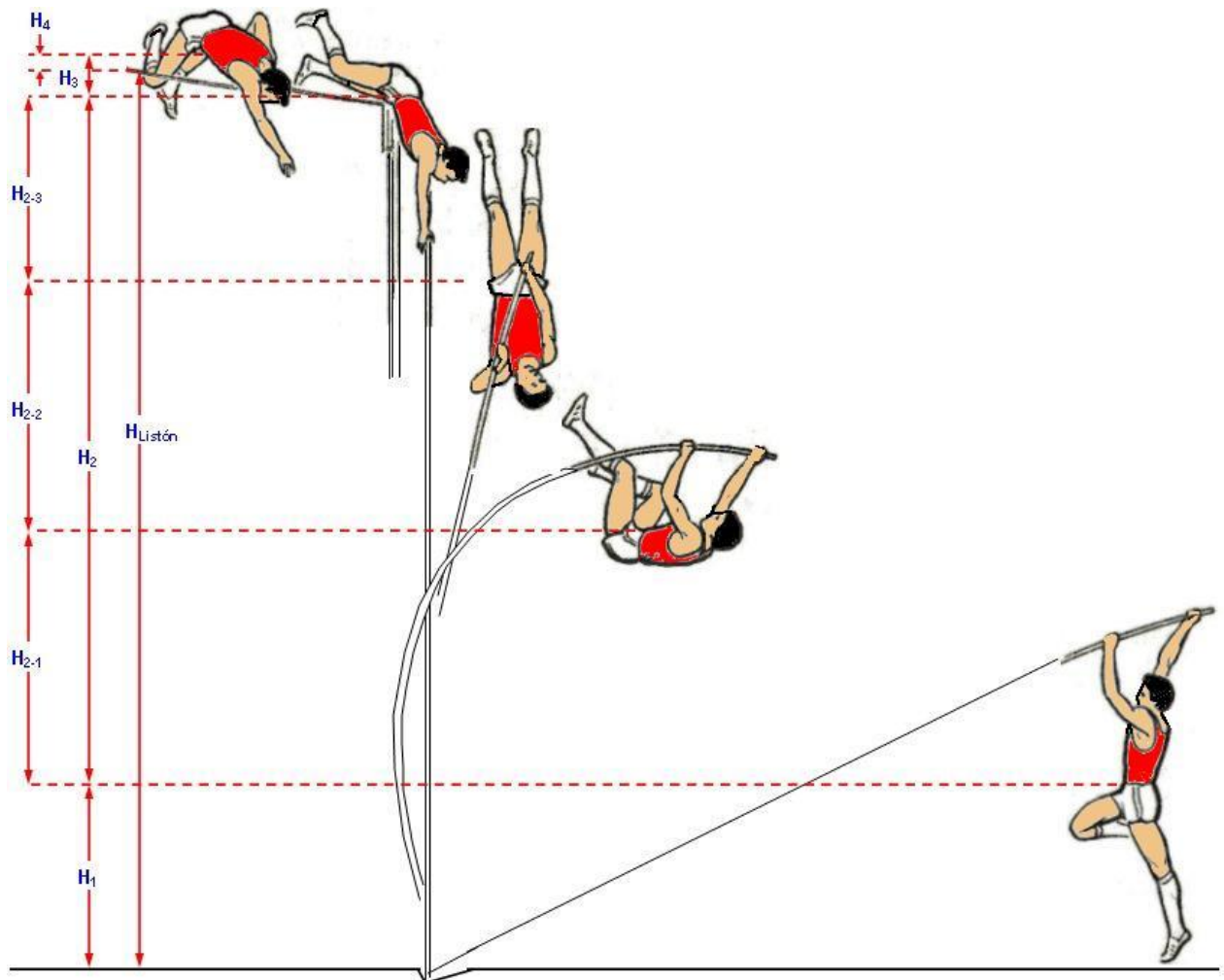


Figura 14. Alçades parcials en el salt amb perxa.

Aquestes components poden associar-se en la següent equació:

$$\text{Alçada del llistó} = H_1 + H_2 + H_3 - H_4$$

En relació a la magnitud de les alçades relatives, H_2 és la fase més significativa del salt amb perxa. Aquesta alçada parcial se subdivideix en tres segments diferents. La posició aconseguida al final de cada segment és la clau per a la comprensió de la seva funció:

a) El **segment H_{2-1}** s'aconsegueix quan l'atleta està en la posició del final de la recollida, havent realitzat fins a aquest moment la batuda de penetració, l'ancoratge i el balanceig (pèndol llarg i pèndol curt). Fins a aquest moment l'atleta ha buscat reforçar la transferència d'energia de la carrera i la batuda cap a la perxa, utilitzant el seu pes en una posició corporal passivament sostinguda (amb un gran moment d'inèrcia) per doblegar més la perxa. Per tant, en aquesta posició la perxa està totalment doblegada i s'ha aconseguit la seva màxima energia de tensió.

b) El **segment H_{2-2}** defineix part del desdoblament de la perxa i de l'extensió del cos on el centre de masses està el més proper possible al punt en el qual la mà dreta agafa la perxa. És un element d'importància fonamental per al salt, la forma en què l'atleta pot alinear el seu cos amb la direcció de la força que transmet la perxa a mesura que es desdoblega.

c) El **segment H_{2-3}** indica l'inici del moviment d'extensió/gir i la rotació del cos per enfrontar-se al llistó, des de la posició "T" fins al punt on el saltador deixa anar la perxa. És en aquest segment on l'esforç de la musculatura de la part superior del cos pot subministrar alçada addicional i d'aquesta manera facilitar el franqueig del llistó.

Intercanvis d'energia

Per a una millor comprensió de l'intercanvi d'energia, primer observarem les modificacions de la velocitat (en la següent figura):

En l'enlairament, la velocitat horitzontal es redueix bruscament (al voltant de 2.5 m/s). En la penetració continua disminuint i s'estabilitza en el franqueig (aproximadament 1.5 m/s).

La velocitat vertical augmenta 3.1 m/s en l'enlairament i aconsegueix el seu màxim valor quan la perxa està estesa. Com és lògic, el seu valor és zero en el punt més alt de la paràbola de vol.

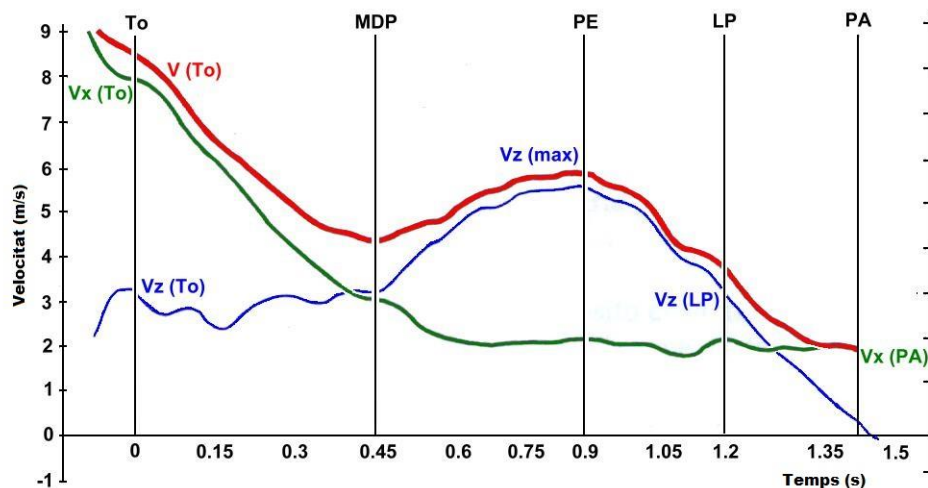


Figura 15. Velocitat vertical (V_z), Velocitat horitzontal (V_x) y Velocitat resultant (V) en un salt amb perxa de Sergey Bubka en els JJOO de 1988.

To: enlairament, MDP: màxima doblegada de la perxa, PE: perxa estesa, LP: alliberació de la perxa, PA: punt alt del vol.

La Figura 16 mostra les corbes equivalents d'energia:

Ja que l'energia cinètica ($E_c = \frac{1}{2} m V^2$) depèn de la velocitat, disminuirà fins al doblegat màxim de la perxa ja que la velocitat també disminueix. Després d'aquest moment, l'energia cinètica augmenta instantàniament durant el desdoblecat de la perxa per, finalment, caure el seu valor fins a gairebé zero.

Per la seva banda, l'energia potencial ($E_{pot} = m g H$) creix al llarg de tot el salt posat que l'alçada augmenta fins al punt alt del vol.

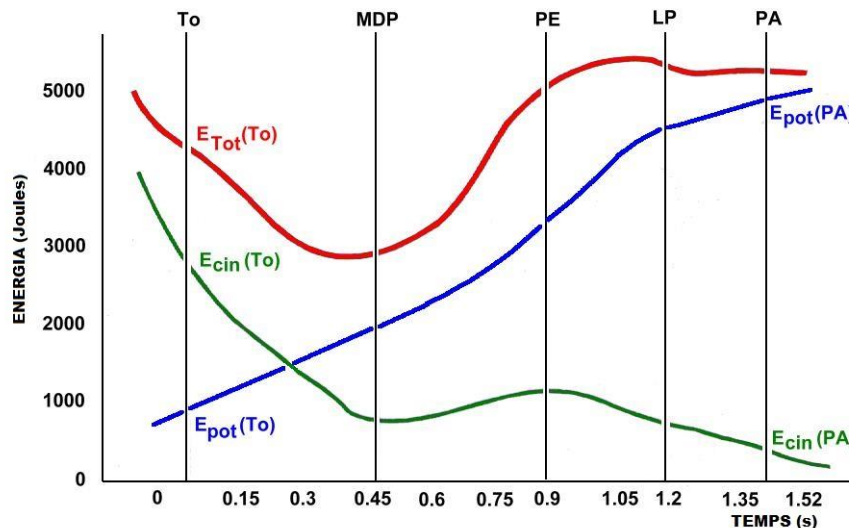


Figura 16. Energia cinètica (E_{cin}), Energia potencial (E_{pot}) i Energia total del perxista.

A primera vista, la corba d'energia total sembla contradir un principi fonamental de la Mecànica: “en un sistema tancat, la quantitat total d'energia roman constant ($E_{pot} + E_{cin} = \text{constant}$)”. Dit d'una altra manera, l'energia no pot crear-se ni destruir-se sinó només transformar-se. Aquest principi, com és lògic, es compleix aquí, però dos factors influeixen en el salt amb perxa:

- 1) Durant la fase de doblegat de la perxa, la major part de l'energia cinètica és absorbida per aquest artefacte i emmagatzemada temporalment en forma d'energia tensional. En la fase de desdoblecat aquesta energia és retornada a gran escala. Això explica l'escassa energia del saltador al moment de màxim doblegat de la perxa (MDP).
- 2) El saltador sol subministrar energia al sistema com a conseqüència de la seva activitat muscular. És per aquesta raó que l'energia és major al final que a l'inici.

En la següent taula pot observar-se com canvien els temps necessaris per als diferents segments del salt a mesura que augmenta el nivell de rendiment. Aquesta informació està complementada amb els valors registrats per a dos saltadors de màxim nivell com són Sergey Bubka (UKR) i Earl Bell (USA).

*Taula 9. Duració dels diferents segments en percentatge del temps total del salt
(Manzwetow, 1974 amb afegits)*

Segment	Nivell de Rendiment (m)					Bubka	Bell
	3.60 – 3.90	4.00 – 4.40	4.40 – 4.60	4.80 – 5.00	5.20 – 5.40		
Ancoratge	6.4	7.0	7.2	8.0	8.5	31.0	32.6
Pèndols	43.1	42.8	42.2	40.4	38.0		
Desdobleгат	3.5	11.8	13.8	16.5	20.1	34.8	31.3
Extensió/Giro	20.0	17.7	17.0	15.0	16.0		
Alliberament	27.0	20.7	19.8	20.1	17.4	15.5	10.6

A mesura que augmenta el nivell de rendiment, els valors en els segments actius (d'acceleració: pèndols, extensió/gir i alliberament) disminueixen, demostrant un major percentatge de treball en la perxa per als millors atletes. En altres paraules, a mesura que augmenta el nivell de rendiment també els fa el dinamisme del ritme del moviment.

En contrast, el temps necessari per als segments passius (ancoratge i extensió sobre la perxa) es fan progressivament més llargs en els millors atletes. Dit d'una altra manera, hi ha una disminució del ritme i, en conseqüència, l'efectivitat de l'adaptació a les característiques de dobleгат-desdobleгат de la perxa, millora.

A pesar que tots els saltadors estan subjectes a les mateixes lleis de la Mecànica, les seves diferències físiques requereixen ajustos de la proporció del temps total que requereix cadascun dels diferents segments del salt. La següent taula estableix els límits per a cada segment en un salt d'aproximadament 5 metres:

*Taula 10. Límits de la variació en el ritme del salt per alçades de 4.80 a 5.00 m
Percentatge del temps total (Manzwetow)*

Límits	Ancoratge	Pèndols	Extensió sobre la perxa	Extensió / Gir	Alliberament
Superior	8	37	21	17	17
Inferior	8	42	17	13	20

Els atletes que la seva tècnica es caracteritza per el “balanceig” (típica d'atletes lleugers i bons velocistes) tendeixen cap al límit superior. Presenten temps més curts de pèndols, mantenen més temps la seva col·locació quan la perxa es desdobleга i aconseguen major índex tècnic.

Els atletes que la seva tècnica es caracteritza per la força, tendeixen al límit inferior. Presenten un segment més perllongat de pèndols, presenten un agarre més alt i utilitzen perxes més dures.

Velocitat de la carrera d'impuls

Igual que succeeix en els salts de longitud i triple, la velocitat que s'aconsegueix en la carrera d'impuls és un factor important ja que determina l'energia cinètica de l'atleta en l'enlairament i permet majors agarres i/o perxes més dures. La següent taula ens informa de la velocitat al final de la carrera d'impuls en els Campionats del Món de 1997.

*Taula 11. Velocitat al final de la carrera d'impuls
(Brüggemann, 1997)*

	Atleta	Alçada	V₁₆₋₁₁ m/s	V₁₁₋₆ m/s
Atenes-1997	Bubka (UKR)	6.01 m	9.29	9.42
	Tarasov (RUS)	5.96 m	9.43	9.52
	Starkey (USA)	5.91 m	9.09	9.07
	Lobinger (GER)	5.80 m	9.33	9.23

Taula 12. Característiques d'alguns dels saltadors que han superat els 6 metres.

Atleta	País	Marca - Any	Naixement	Edat	Talla	Pes	I. MC	V ₁₁₋₆	Núm Flex. 5.20 m	Edat (anys)					
										Inici	14	17	20	23	27
Sergey Bubka	UKR	6.15i – 1993	4-12-63	29.2	1.83	80	23.88	9.94	10.6	10	3.60	5.10	5.94	6.01	6.12
Maksim Tarasov	RUS	6.05 – 1999	2-12-70	28.6	1.94	81	21.52	9.75	11.2	10	3.80	5.40	5.85	5.90	6.05
Dmitriy Markov	AUS	6.05 – 2001	14-03-75	26.4	1.81	80	24.42	9.84	11.8	14	3.60	5.10	5.65	6.00	6.05
Okkert Brits	RSA	6.03 – 1995	22-08-73	22.0	1.96	88	22.91	9.73	10.8	15	-	4.70	5.10	5.41	5.66
Jeff Hartwig	USA	6.03 – 2000	25-09-67	32.7	1.94	92	24.44	9.75	11.4	11	4.00	5.20	5.75	5.90	6.02
Rodion Gataulin	RUS	6.02i – 1989	23-11-65	23.2	1.90	81	22.44	9.47	11.7	12	3.30	5.10	5.50	5.65	5.85
Igor Trandenkov	RUS	6.01 – 1996	17-08-66	29.9	1.90	78	21.61	9.74	11.0	14	-	4.80	5.70	6.01	5.75
Tim Mack	USA	6.01 - 2004	15-09-72	32.0	1.88	72	22.07	-	-	-	-	-	-	5.60	5.70
Tim Lobinger	GER	6.00 – 1997	3-09-72	25.0	1.90	82	22.71	9.62	11.4	9	4.50	4.90	5.50	5.90	6.01
Jean Galfione	FRA	6.00i – 1999	9-06-71	27.8	1.84	82	24.22	9.71	11.7	11	3.80	4.90	5.72	6.00	-
Danny Ecker	GER	6.00i – 2001	21-07-77	23.6	1.93	78	20.94	9.68	11.9	15	-	5.16	5.80	5.92	5.94
Toby Stevenson	USA	6.00 - 2004	19-11-76	27.7	1.86	79	22.84	-	-	-	-	-	5.18	5.55	5.75



Real Federación Española de Atletismo
SECTOR DE SALTOS

SALTO CON PÉRTIGA

FICHA DE OBSERVACIÓN

Fecha: _____
Observador: _____
Lugar: _____

Atleta: _____

Pértiga: Dureza y Flexibilidad

Agarre bruto: **Separación manos:**

Altura franqueada: Profundidad soportes:

Referencia intermedia:

Viento: **Velocidad y Dirección:**

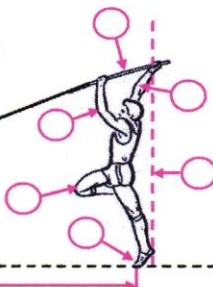
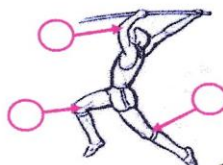
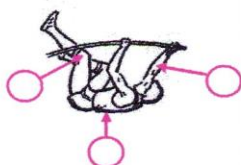
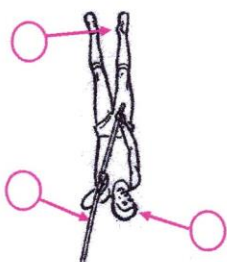
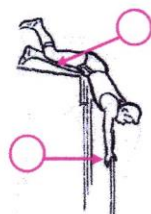
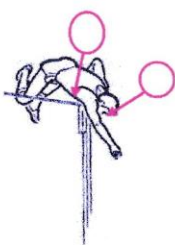
Temperatura: _____ Sol: ☐
Nublado: ☐
Lluvia: ☐

Colchonetas:

Calidad de la pista:

[illegible]

Observaciones:



6. ERRORS TÈCNICS MÉS FREQUENTS

En tots els casos, abans d'establir els exercicis per a la correcció d'un determinat error, a l'atleta se li ha de facilitar la “imatge correcta” mitjançant demostracions i l'observació de pel·lícules/vídeos. La possibilitat d'utilitzar perxes de diferents dureses i longituds ha de permetre que la tècnica dels joves sigui el més similar possible a la dels atletes evolucionats. De fet, la tècnica de la carrera d'impuls, la clavada, la batuda/penetració i la recollida no representen problemes dinàmics; només les següents fases (extensió/gir) i l'alliberament de la perxa, per les seves característiques naturals de força en la musculatura del cinturó escàpula-humeral, no podran ser similars a les de l'atleta d'alt nivell. En conseqüència, l'índex tècnic serà diferent.

a) En la carrera d'impuls

- Error: Descens prematur de la perxa amb la consegüent col·locació cap a enrere o cap endavant de les espatlles (carrera “assegada” cap a enrere).
- Correcció: Sensibilitzar sobre el descens de la perxa durant la carrera d'impuls, realitzar els recolzaments amb retroversió de la pelvis.
- Error: Ritme decreixent de la carrera, especialment allargant l'últim pas amb el consegüent retard en la presentació de la perxa i realització d'una batuda “ficada”.
- Correcció: Exercicis d'imitació de la clavada. Carrera d'impuls en la pista i en el passadís de salts buscant la progressió final i la presentació de la perxa.

b) En la clavada:

- Error: Retard en la presentació de la perxa per a la clavada (error molt corrent, lligat al ritme decreixent de la carrera).
- Correcció: Exercicis d'imitació des d'aturat, caminant, amb carrera de 4-6 recolzaments, amb carrera completa a la pista i en el passadís de salts. Sensibilitzar la posició de la mà superior durant el recolzament de la cama dreta.

c) En la batuda:

- Error: Poc dinamisme en la batuda (cama de batuda flexionada), musculatura abdominal relaxada (pelvis en anteversió), braç dret flexionat.
- Correcció: Exercicis d'imitació de la clavada/batuda amb especial atenció a la “compactació” de tot el cos en el suport de la cama de batuda. Exercicis de batuda amb perxa rígida i amb carrera de 2-4-6 recolzaments.

d) En el pèndol llarg:

Tots els errors en aquesta fase del salt estan causats per deficiències en les fases anteriors. De fet, la pelvis tendeix a “escapar cap endavant” respecte a les espatlles per:

- Batuda massa “ficada”.
- Braç inferior estès al final de la batuda.

e) En la recollida i l'extensió/gir:

- Error: Recollida amb el braç inferior flexionat i la pelvis avançada.
- Correcció: Exercicis de sensibilització de l'acció el braç inferior: salts amb carrera d'impuls talla i mitjana (perxa tova), el braç inferior ha de permetre l'avanç de les espatlles, després es descendeixen buscant amb el braç superior un “punt de gir” estable de les espatlles per a la recollida (pèndol curt).
- Error: Estirada prematura dels braços, que disminueix l'avanç del sistema i descendeix les cames.
- Correcció: Exercicis de potenciació general i especial: pre-acrobàcia i acrobàcia, exercicis en la barra fixa i la corda, exercicis amb barra de peses.