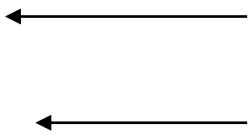
ألعاب القوى

العدو

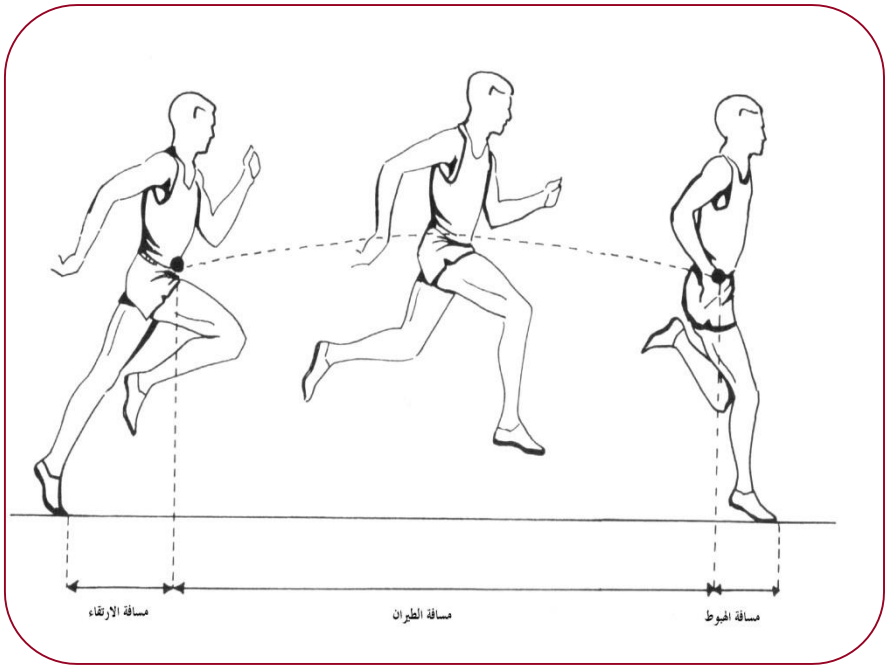
- الهدف من المسابقة قطع المسافة بأقل وقت ممكن.
- الزمن هو نتيجة مسافة السباق و متوسط سرعة العداء.
- سرعة العداء هي حاصل ضرب خطوة العداء في سرعة ترددها.

(الخطوة هي من ملامسة عقب القدم اليمنى الأرض الى ملامسة عقب القدم اليسرى الأرض) مقارنة مع المشي!

- الزيادة في السرعة تأتي من خلال التغيير في عنصر بنسبة اقل او اكثر من العنصر الآخر. مثال:
  - ٢*٣=٦
  - ٢*٣=٦
  - ١,٨*٤=٧,٢
  - ٢*٤=٨
  - ١,٥*٤=٦



العدو



طول الخطوة يمكن تحديده من خلال جمع ثلاث مسافات وهي: مسافة الإقلاع : المسافة من نقطة مركز الثقل الى مقدمة القدم لحظة خروجها من الأرض

مسافة الطيران: المسافة ألأفقية التي يقطعها الجسم فترة الطيران

مسافة الهبوط: المسافة الأفقية بين مقدمة القدم لحظة ملامسة الأرض و مركز الثقل.

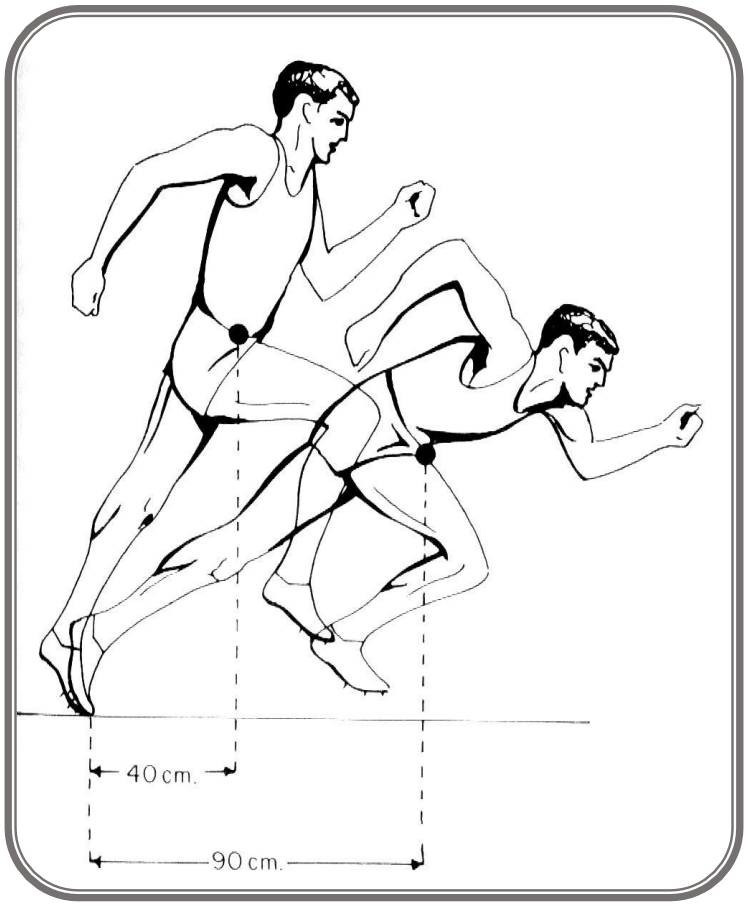
الجدول رقم (١٥,١). نسبة المساهمة إلى طول الخطوة (المسافات معبر عنها بنسب من طول الخطوة الكلي).

	الدنيا	المتوسط	القصوى
مسافة الارتقاء	٢٢	٢٦	٣٠
مسافة الطيران	٥٠	٥٧	٦٤
مسافة الهبوط	١٢	١٧	٢٠

Based on data in Atwater, A. E. (1981). Kinematic analysis of sprinting. In J. M. Cooper and B. Haven (Eds.), Proceedings of the Biomechanics Symposium, Indiana University, October 26-28, 1980 (pp. 309-10). The Indiana State Board of Health.

* مسافة كل مسافة إلى المسافة الكلية موضح في الجدول المقابل. البيانات لعدد ١٢ عداء ١٠٠م مع زمن من ٩,٩ -١٠,٤.

وضع الجسم عند العدو



- الشكل المقابل يوضح مدى مساهمة العنصر الأول وهو مسافة الإقلاع حيث هناك تفاوت كبير بين هذه المسافة لحظة الانطلاق و عند وصول العداء إلى اكبر مسافة خطوة.

- زاوية الساق مع الأفقي لحظة الانطلاق تساوي ٣٠ درجة بينما لحظة الوصول إلى اكبر مسافة ٦٠ درجة. ذلك يمثل تغير في المسافة الأفقية من ٤٠سم لحظة الانطلاق إلى ٩٠سم عند الوصول إلى اكبر مسافة للخطوة.

- خلال مسافة الطيران يؤثر على اللاعب نفس المؤثرات التي تؤثر على المقذوف (سرعة الطلاق، ارتفاع الإطلاق، زاوية الإطلاق، مقاومة الهواء).

- أهم عنصر هو سرعة الإطلاق و يتحدد هذا العنصر من خلال قوى رد الفعل و التي بدورها تتأثر بقدرة العضلات العاملة على مفاصل القدم و الركبة و الفخذ. مقاومة الهواء رغم تأثيرها في جميع المراحل إلا أنها تأثر اكثر خلال مرحلة الطيران.

- المسافة الأخيرة و هي مسافة الهبوط تعتبر اقل المسافات مساهمة و هدف العداء وضع الرجل في افضل حالة بالنسبة الى قوى رد الفعل.

العدو
(تردد الخطوة)

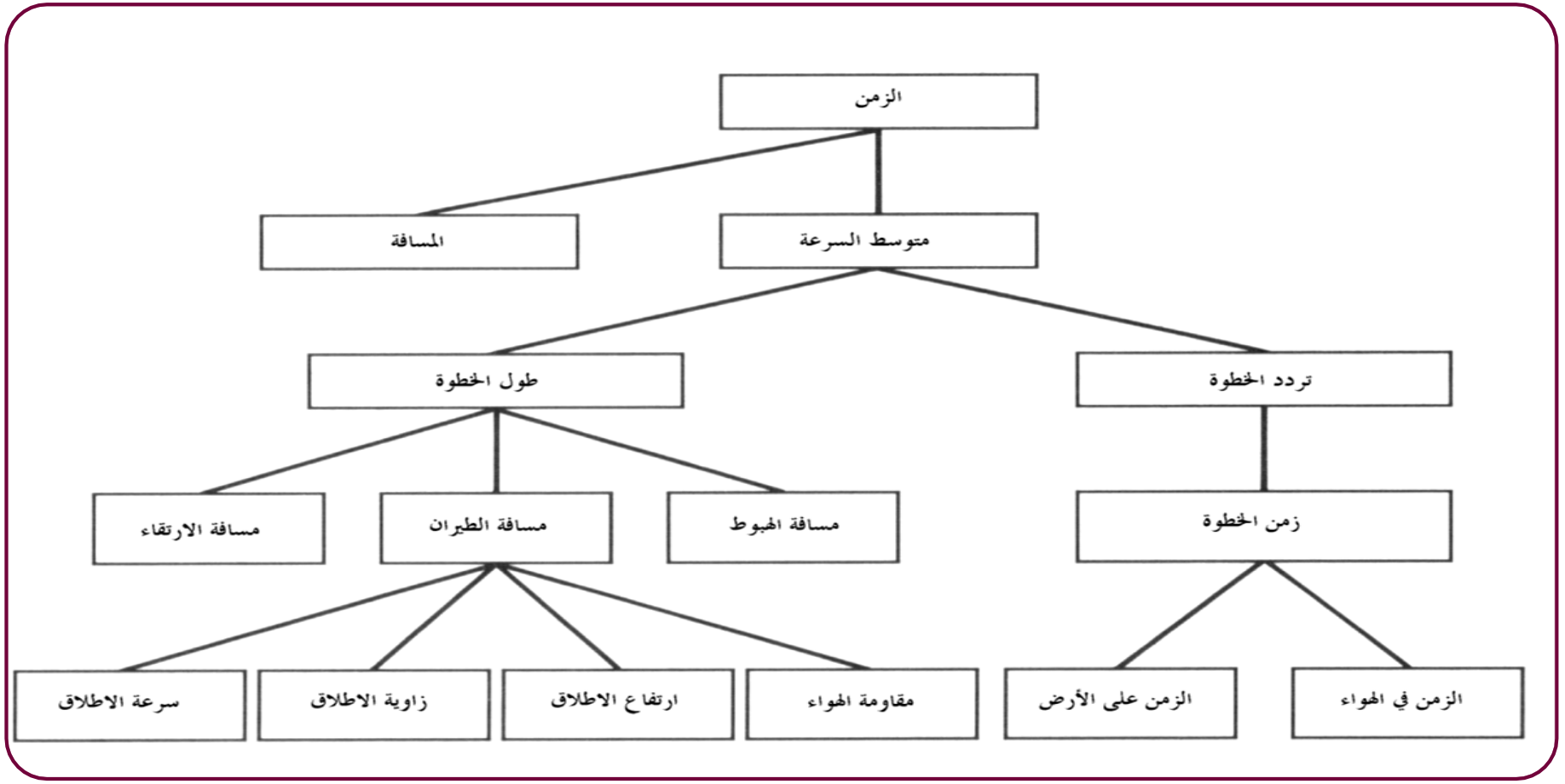
- يعتمد عدد الخطوات التي يأخذها العداء على زمن الخطوة. كلما طال هذا الزمن كلما قل عدد الخطوات خلال مسافة معينة.
- يمكن اعتبار زمن الخطوة من خلال حساب الزمن الذي يكون فيه العداء على الأرض و الزمن الذي يكون فيه في الهواء.
- وجد ان النسبة بين هذين العنصرين للأبرز العدائين من ١:٢ عند البدأ الي ١.٣:١ـ١.٥ عند الوصول الى اقصى سرعة. يعني ذلك ان العداء يقضي نسبة ٦٧% من الزمن على الأرض في الخطوات الأولى تقل الى ٤٠ـ٤٥% عند الوصول الى اقصى سرعة.
- يعتمد زمن اتصال القدم بالأرض على قدرة العضلات على دفع الجسم الى الأمام و عموديا للوصل الى المرحلة التالية (الطيران).
- مرحلة الطيران تعتمد على مؤثرات المقذوفة.

العدو
(دراسات)

- هناك علاقة بين طول اللاعب و طول الخطوة لديه. أيضا علاقة بين طول رجل اللاعب مقاسا من المدور الكبير الى باطن القدم وبين طول الخطوة. بالقياس وجد أن نسبة طول اللاعب الى خطوته تعادل ١,١٤ و تعادل ٢,١١ من طول رجله. متوسط الخطوة تقريبا ١,٩٨م.
- علاقة كبيرة بين العنصرين السابقين و بين تردد الخطوة. مع الزيادة في العنصرين السابقين يأتي نقصان في تردد الخطوة.
- الطول الأقصى للخطوة مقاسا بين مسافة ٥٠ـ٦٠م من ١٠٠م سباق يمكن تقديرها بإضافة ١٨سم الى متوسط طول الخطوة.
- طول الخطوة الأقصى مثل ما نسبته ١,٢٤ من طول اللاعب. عند احتساب اللاعبين البارزين فقط ترتفع هذه النسبة لتصل الى ١,٢٦٥.

المفاهيم الميكانيكية الأساسية المتعلقة بالعدو

العلاقة بين الزمن اللازم لقطع مسافة معينة و العوامل التي تحدد ذلك الزمن تتضح من خلال الشكل التالي



العدو

البدء في المسافات القصيرة

- يوجد ثلاث انواع من البدء في المسافات القصيرة و هي:
  - القصير
  - المتوسط
  - الطويل
- الاختلاف بين هذه الأنواع يعتمد على المسافة بين الأقدام

(من أصابع القدم الأولى إلى أصابع القدم الثانية كما تقاس نسبة إلى اتجاه الجري).

السرعة و الزمن لأوضاع مختلفة عند البدء

البدء المتوسط هو أفضل نوع حسب البيانات المتوفرة في الجدول التالي:

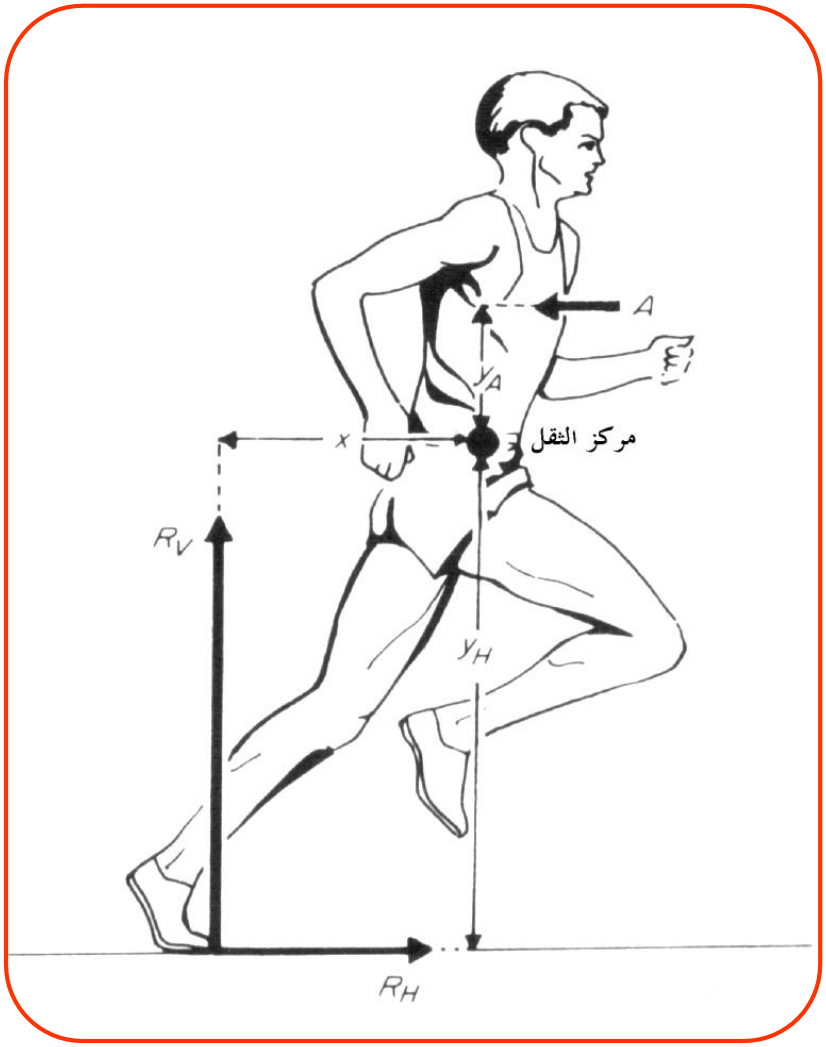
بيانات أخرى:

- المسافة الأفقية بين اليدين (٢٠ سم بين الإبهام لكل يد)
- نسبة وزن الجسم المدعوم على اليدين (٧٣-٨٣ للمميزين)
- رد الفعل للقدمين (مثل بصمة القدم)
- مسافة الوصول إلى السعة القصوى (٥٠-٧٠م)
- الاختلاف بين الذكور و الإناث
- تصميم مكعبات البدء

الزمن على المكعبات	تباعد المكعبات			
	١١ بوصة (٢٨ سم)	١٦ بوصة (٤١ سم)	٢١ قدم (٥٣ سم)	٢٦ بوصة (٦٦ سم)
(أي، الزمن من المسدس إلى مغادرة القدم الأمامية)	٠,٣٤٥ ث	٠,٣٧٤ ث	٠,٣٩٧ ث	٠,٤٢٦ ث
سرعة المكعبات	٦,٦٣ قدم/ث	٧,٤١ قدم/ث	٧,٥٠ قدم/ث	٧,٦٢ قدم/ث
(أي، السرعة الأفقية عندما يترك الرياضي المكعب)	(٢,٠٢ م/ث)	(٢,٢٦ م/ث)	(٢,٢٩ م/ث)	(٢,٣٢ م/ث)
الزمن إلى ١٠ أقدام (٩,١ م)	٢,٠٧٠ ث	٢,٠٥٤ ث	٢,٠٤١ ث	٢,٠٤٩ ث
الزمن إلى ٥٠ قدم (٤٥,٧ م)	٦,٥٦١ ث	٦,٤٧٩ ث	٦,٤٩٧ ث	٦,٥٤٠ ث

بتصرف من بيانات في Henry, F. M. (1952). Force-time charavteritics of the sprint start. Research Quarterly, 23:306.

وضع الجذع أثناء العدو



القوى المؤثرة على العداء هي:

١- قوة رد الفعل الأرضية العمودية (Rv)

٢- قوة رد الفعل الرضية الأفقية (Rh)

٢- مقاومة الهواء (A)

عزوم التدوير المؤثرة هي:

١- Rv *x

٢- Rh*yh

٣- A*ya

العزوم التي يدير الجسم ضد عقارب الساعة:

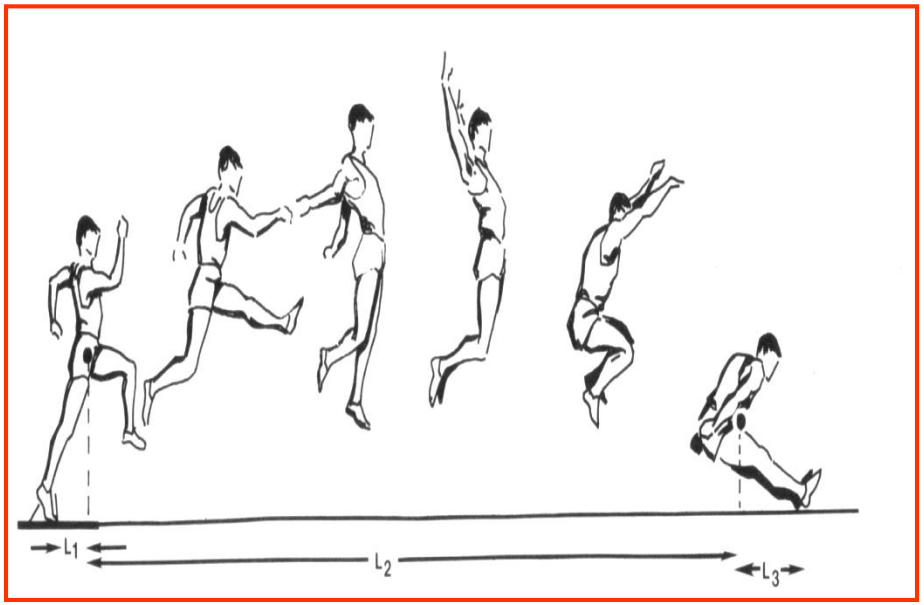
Rh*Yh+A*ya

العزوم التي تدير الجسم مع عقارب الساعة هي:

Rv*xv

الوتد الطويل

مراحل الوثب الطويل ١



الهدف من المسابقة

- L1 المسافة الأفقية بين مقدمة لوحة الوثب و مركز الثقل
- L2 المسافة الأفقية التي يقطعها مركز الثقل اثناء الطيران
- L3 المسافة الأفقية بين مركز الثقل و ما تتركة الرجل من اثر لحظة ملامسة الأرض
- زاوية الانطلاق = $arctan \frac{Sv}{Sh}$
- السرعة هي العامل الأكثر اهمية. (الوضع المثالي سرعة اقتراب عالية و فقد قليل عند الارتقاء)

وثب طويل ٢

الجدول رقم (16.1). المساهمات في المسافات في الوثب الطويل.

	المسافة	النسبة إلى الإجمالي
=Ùjáº ^ÈÕå›	0.41 م	5.1
=¾Ä² Ÿ^ÈÕå›	7.22 م	90.0
=ø Íg 7^ÈÕå›	0.39 م	4.9
=Ö÷Ÿ^ÈÕåª^	8.02 م	

Hay, J.G, Miller, J.A, and Canterna, R. W. (1986). The techniques of elite male long jumpers. Journal of Biomechanics, 19:855-66.

وثب طويل ٣
سرعة و زاوية الانطلاق لبعض البارزين

- ارتفاع الوثبة يعتمد على السرعة. كلما زادت السرعة كلما قل زمن ملامسة القدم للأرض و عليه تقل السرعة العمودية.
- بسبب السرعة الأفقية الكبيرة و قلة الزمن المتاح للقدم على الأرض (٠.٨ ـ ٠.١٤)، تكون زاوية الانطلاق اقل من المثالية (٤٥) انظر الشكل المجاور
- ارتفاع الانطلاق (الفرق بين ارتفاع مركز الثقل لحظة الانطلاق و ملامسة القدم للأرض) يعتمد على وضع الجسم في كلا الحالتين
- يستطيع اللاعب ان يتحكم في الجزء الأول عن طريق رفع الذراعين، الجذع، الرأس عاليا و في الجزء الأخر عن طريق تأخير الهبوط بأكبر ما يمكن.

الجدول رقم (16.2). سرعات وزوايا الارتقاء للاعبي وثب طويل ذو مستوى عالٍ.

الرياضي	مسافة الوثبة المحللة (م)	سرعة الارتقاء (م/ث)	زاوية الارتقاء (درجة)	الزاوية المثالية حسب السرعة المعطاة (درجة)[f]
مايك باول (USA)[a]	8.95	9.8	23.2	43.3
بوب بيمن (USA)[a]	8.90	9.6	24.0	43.3
كارل لويس (USA)[b]	8.79	10.0	18.7	43.4
رالف بوسطن (USA)[c]	8.28	9.5	19.8	43.2
أيغر تراوفينسن (USSR)[c]	8.19	9.3	21.2	42.2
جيسي أوينز (USA)[c]	8.13	9.2	22.0	43.1
إلينا بيليفيسكيا (USSR)[d]	7.14	8.9	19.6	43.0
هيكي دريكسلر (GDR)[d]	7.13	9.4	15.6	43.2
جاكي جوينر كيرسي (USA)[d]	7.12	8.5	22.1	42.8
أنيسوارا ستانيتش (Romania)[e]	9.69	8.6	20.6	42.9
فالي لونيسكيو (Romania)[e]	6.81	8.9	18.9	43.0
سو هيرنشوا (GB)[e]	6.75	8.6	18.9	

[a] Data courtesy Senshi Fukashiro, Institute of Sports Medicine & Science, Agui, Japan.
[b] Hay, J.G., Miller, J.A, and Canternam R. W. (1986). The technique of elite male lng jumpers. Journal of Biomechanics, 19:855-66.
[c] Popov, V (1969). In M. Okamoto, (Trans.) Training for the long Jump (p.38(. Tokyo: Baseball Magazine Co.
[d] Nixdorf, E., and Bruggeman, P. (1988). Biomechanical analysis of the long jump. In Scientific Report on the II world Championships in Athletics. Rome 1987 (Book 2, pp. D/2-D/53). London: International Athletic Foundation.
[e] Hay, J. G., and Miller, J. A. (1985). Techniques used in the transition from approach to takeoff in the long jump. International Journal of Sport Biomechanics, 1:174-84.
[f] القيم في هذا العمود هي تلك التي تنتج إزاحة أفقية قصوى عندما يكون مركز ثقل الرياضي سرعة مساوية لسرعة عند الهبوط. (تم تجاهل تأثير مقاومة الهواء في هذه الحسابات).

الوثب الطويل ٤
الاقتراب

- الغرض من الاقتراب هو تحصيل اكبر قدر من السرعة و وضع الجسم في الوضع المثالي للوثب.
- طول مرحلة الاقتراب يعتمد على مقدرة الواثب على استغلال اكبر نسبة ممكنة من سرعة الاقتراب في مرحلة الارتقاء و على مقدرة الواثب على تحقيق ثبات عالي في خطواته من محاولة الى اخرى.
- Henry يقترح انه في حالة كون الواثب يستطيع التحكم في ١٠٠% من سرعته ان يستخدم ٤٥ – ٥٥م.
- في حالة التحكم في ٩٥%، ٢٠م قد يكون كافيا. اضف الى ذلك من ٤ – ٧م للوصول الى السرعة المطلوبة.
- معظم لاعبي الوثب الطويل يستخدمون من ٤٠ الى ٥٤ م اقتراب.

الوثب الطويل ٥
التحول من الاقتراب الى الارتقاء

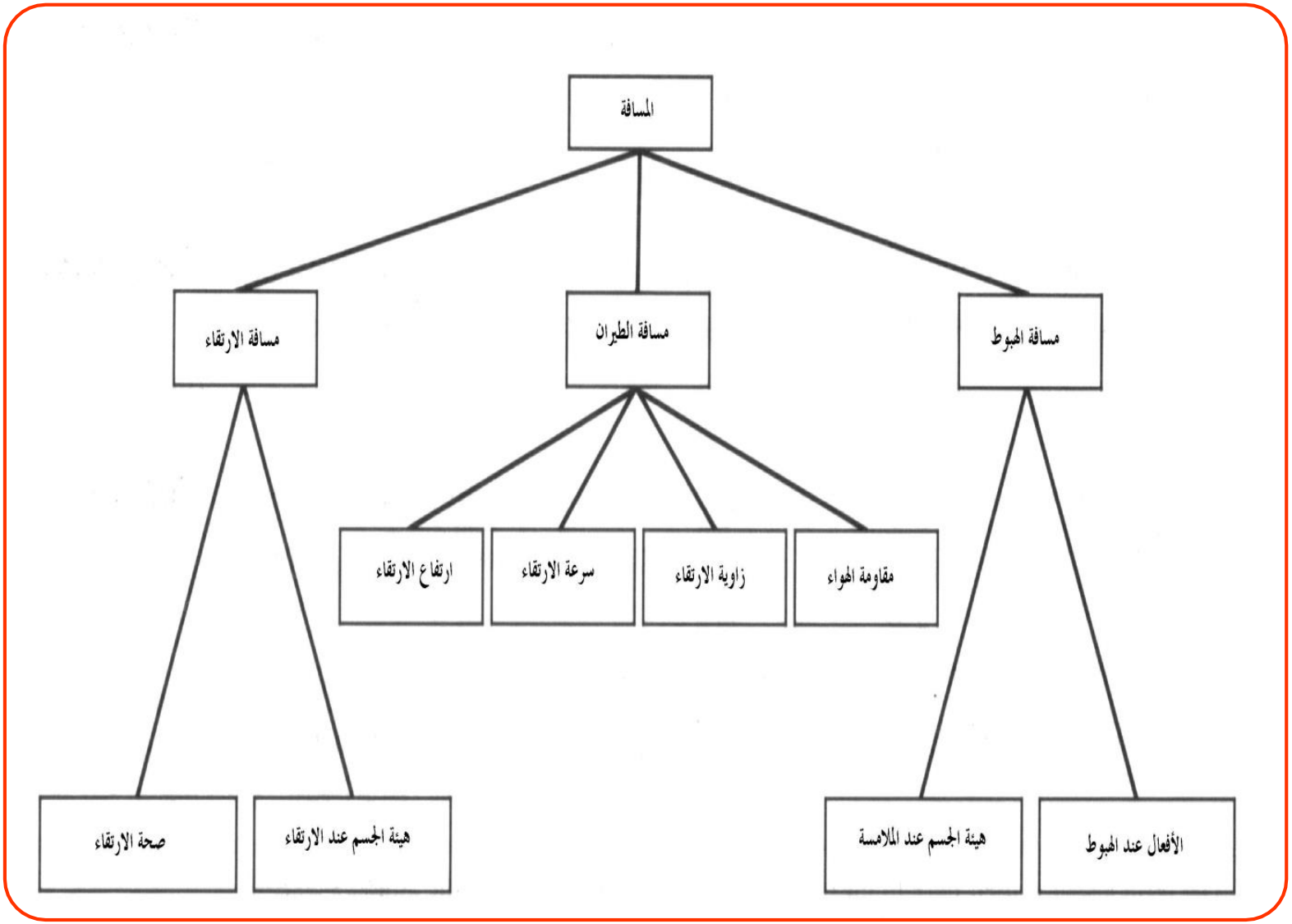
- يعتبر التحول من الاقتراب الى الارتقاء من اهم مراحل الوثب الطويل.

- معظم لاعبي الوثب الطويل البارعين يقومون بالتالي:
  - انخفاض في مركز الثقل بحوالي ٤سم لحظة الملامسة و زيادة من ٥ . ٧سم في مسافة الهبوط عند نهاية الخطوة ما قبل الأخيرة
  - انخفاض من٣٨ . ٤٦سم في مسافة الطيران في آخر خطوة
  - زيادة من ٢٧ . ٣٤سم في مسافة الهبوط في آخر خطوة مقارنة بالخطوات الثلاث السابقة

الوثب الطويل ٦
أي اسلوب وثب يستخدم الواثب

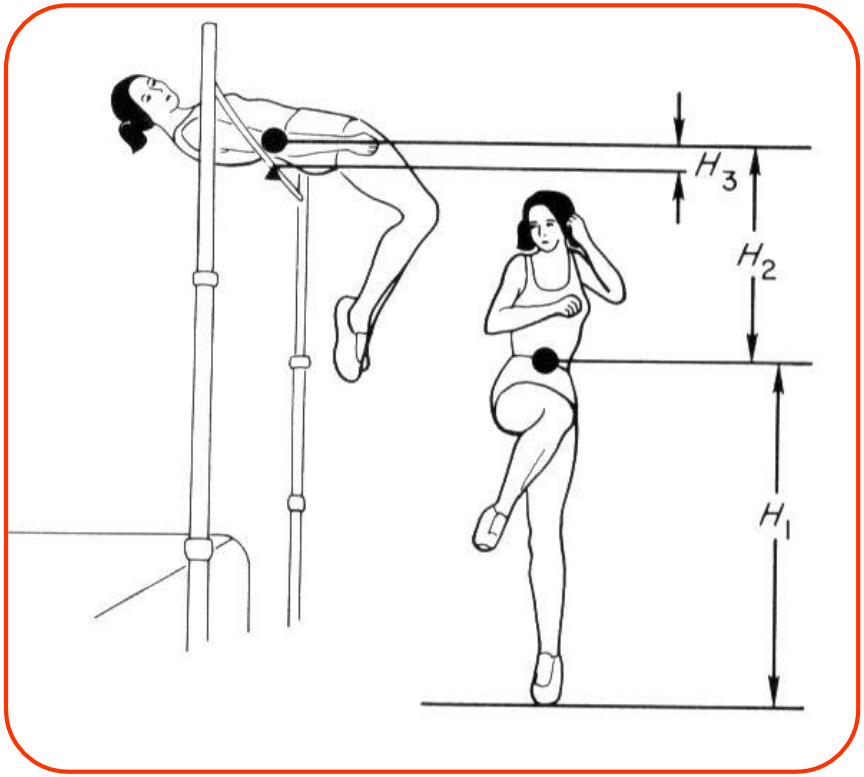
- اقل من ٦م ← البحار
- ٦٠-٦,٥ ← البحار او التعلق
- ٦,٥٠-٧ ← التعلق
- ٧٠-٧,٥ ← ٢,٥ مشي
- اكثر من ٧,٥ ← ٣,٥ مشي

وثب طويل ٤
المفاهيم الميكانيكية الأساسية للوثب الطويل



الباب العاشر

الوثب العالي ١



الوثب العالي ٢

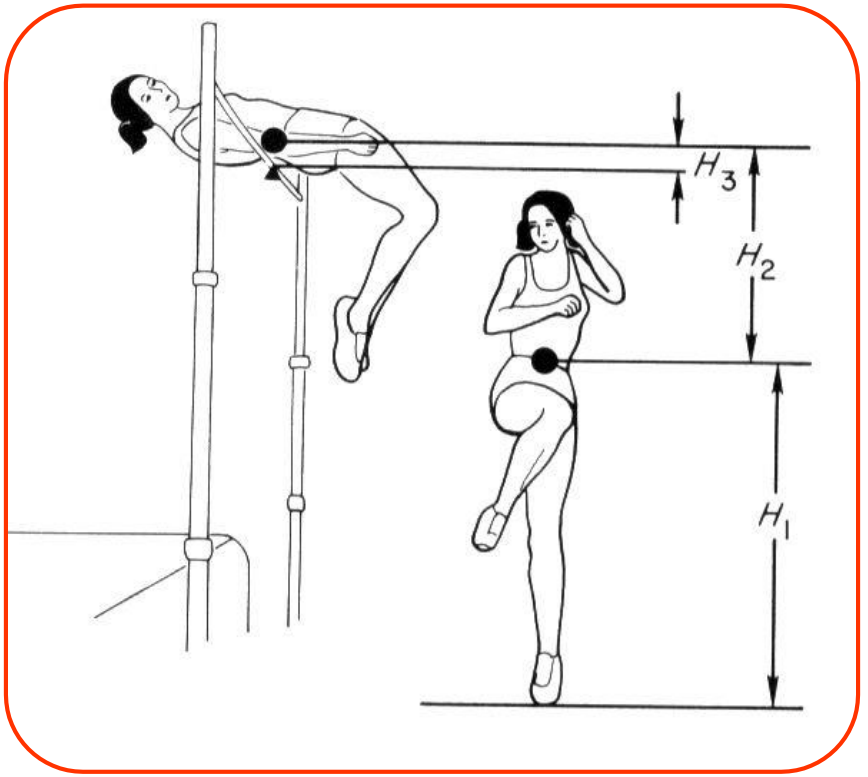
	طول الرياضي (م)	ارتفاع العارضة (م)	الارتفاع (م)	نسبة ارتفاع العارضة
لويس ريتر (U.S.A)	1.78	2.03		
			H_1 1.23	60.6
			H_2 0.88	43.3
			H_3-0.08	3.9–
ستيفكا كوستدينوفا (بالغاريا)	1.80	2.01		
			H1 1.19	59.2
			H2 0.89	44.3
			H3 -0.07	3.5–
جينادي أفدياتكو (USSR)	2.02	2.38		
			H1 1.43	60.1
			H2 1.07	45.0
			H3 -0.12	5.0–
هوليوس كانوي (U.S.A)	1.84	2.34		
			H1 1.30	55.6
			H2 1.26	53.8
			H3 -0.22	9.4–

بتصرف من: Conrad, A., and Rizdorf, W. (1990). Biomechnaical analysis of the high jump. In Scientific Research Project at the Games of the XXIV Olympiad-Seoul 1988 (pp. 177-217). Monaco: International Athletic Foundation.

- أهمية هذه الأرقام في تحليل الوثبة
- الفرق بين طول اللاعب و الارتفاعات المحققة (H1,H2, H3)
- هل هناك أي ملاحظات

الوثب العالي ٣
ارتفاع الارتقاء

- ارتفاع مركز الثقل في هذه اللحظه يحدده و ضع الجسم و لايمكن تحديد وضع مناسب للجميع
- الوضع المثالي و لكن ليس المناسب و المرغوب تحقيقه هو:
  - جذع مستقيم
  - يدين عاليتين
  - الرجل الساندة ممدودة و عالية
  - الرجل المرجحة ممدودة و عمودية



الوثب العالي ٤
ارتفاع الطيران

- يحدد هذا الارتفاع السرعة العمودية لحظة الارتقاء.
- السرعة العمودية اثناء الارتقاء تعتمد على الحركات التي تتم في الخطوتين السابقتين.
- المرغوب هو سرعة عمودية الى الأعلى او صفر سرعة عمودية اثناء الارتقاء.
- سرعة عمودية الى الأعلى او صفر سرعة تكزن مرغوبة في حالة عدو التأثير على الدفع الخطي العمودي.
- ملاحظة الحاجة الى كمية حركة دورانية و تأثير ذلك على السرعة العمودية.

الوثب العالي ٥
دراسات سابقة

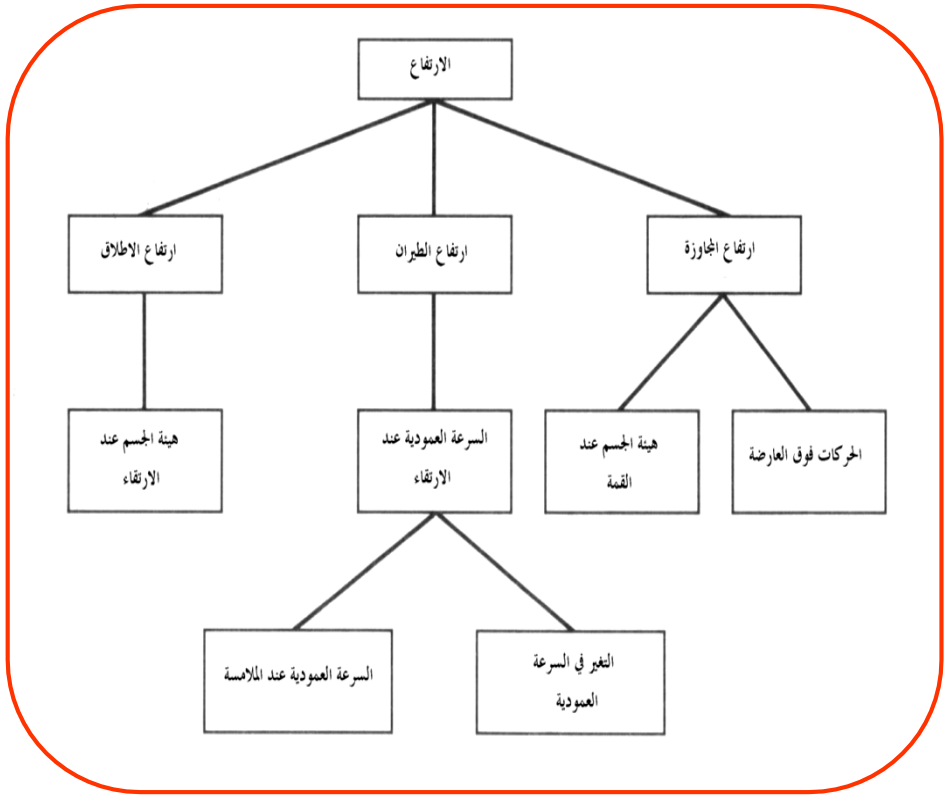
- زمن الارتقاء يعتمد على نوع الوثبة. فوسبري (.١٢ . .١٧)، السرجية (.١٧ . .٢٣).
- زمن الارتقاء يعتمد على حركة الأجزاء الحرة الحركة و خاصة الرجل الممرجة. اللاعبون الذين يستخدمون رجل ممدودة يقضون زمن اطول مقارنة بالرجل المثنية.
- من يستخدم كلا اليدين في الوثب يقضي زمن اطول اثناء الارتقاء
- يبدو ان هناك وقت مثالي لكل لاعب على حدة.
- زيادة في ارتفاع الوثبة مع نقصان زمن الاتقاء (قارن مع الدفع الخطي و علاقته بكمية الحركة).

الوثب العالي ٦
ارتفاع مجاوزة العارضة

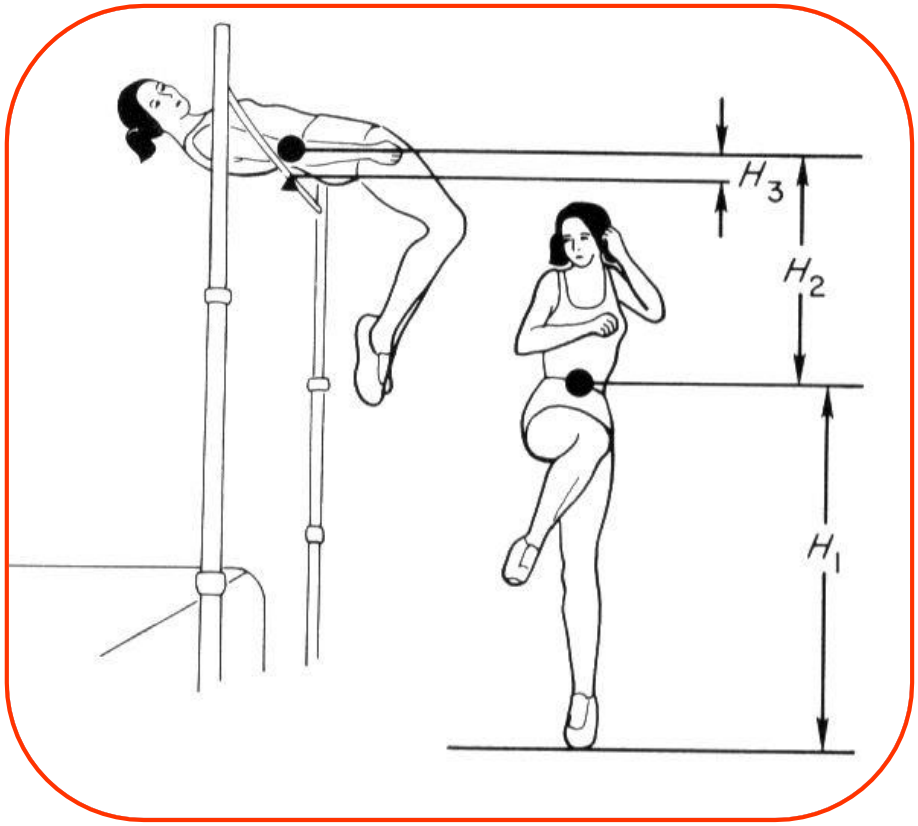
- يسمى احيانا فعالية المجاوزة للعارضة.
- تعتمد على وضع الجسم فوق العارضة و على الحركات التي يقوم بها اثناء التعدية.
- وضع الجسم يعتمد على نوع الوثبة

الوثب العالي ٧
الاقتراب

- المبتدأين يفضل استخدامهم من ٥ الى ٧ خطوات قبل الاتقاء
- المتقدمين من ٧ الى ١١
- العامل المؤثر هنا هو قوة عضلات الرجلين و القدرة على تنسيق الحركات اثناء اللارتقاء
- معظم الواثبين يصل الى آخر خطوة بزاوية من ٢٠ الى ٤٠ درجة بغض النظر الى الأسلوب المستخدم



الوثب العالي ٨
الاقتراب ٢

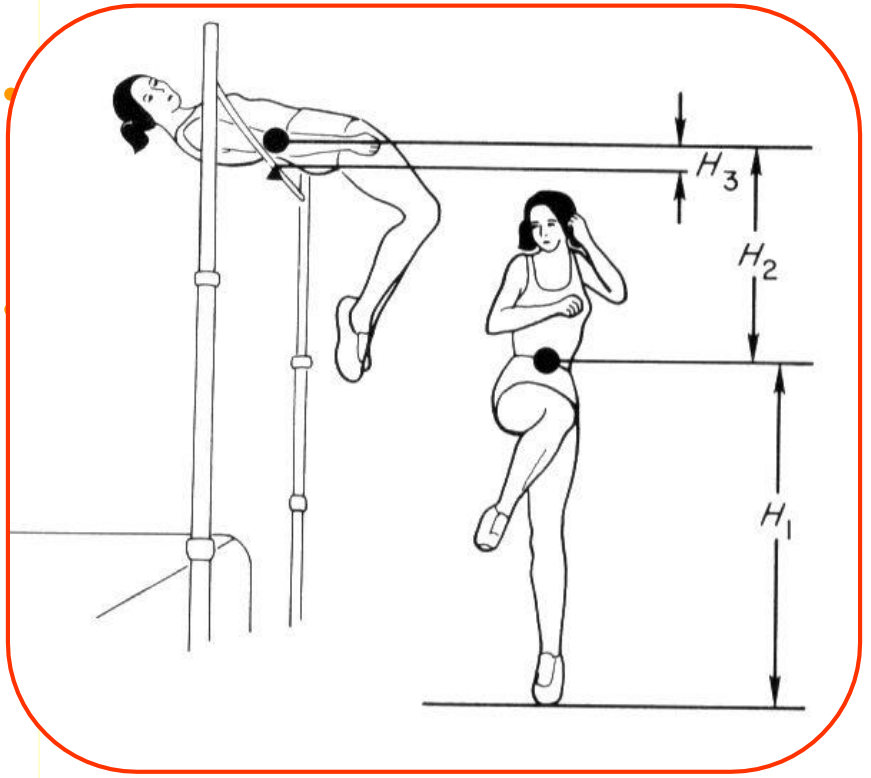


- تخفيض مركز الثقل عن طريق ثني الركبة
- NIGGوجد ان كلما انخفض مركز الثقل اثناء الارتقاء كلما زادت مسافة الوثبة (٢,٣م)
- زيادة في الخطوة قبل الأخيرة و تقليل في الخطوة الأخير استعداد لأخذ الجسم الوضع المثالي للوثب

الوثب العالي ٩
تجاوز العارضة

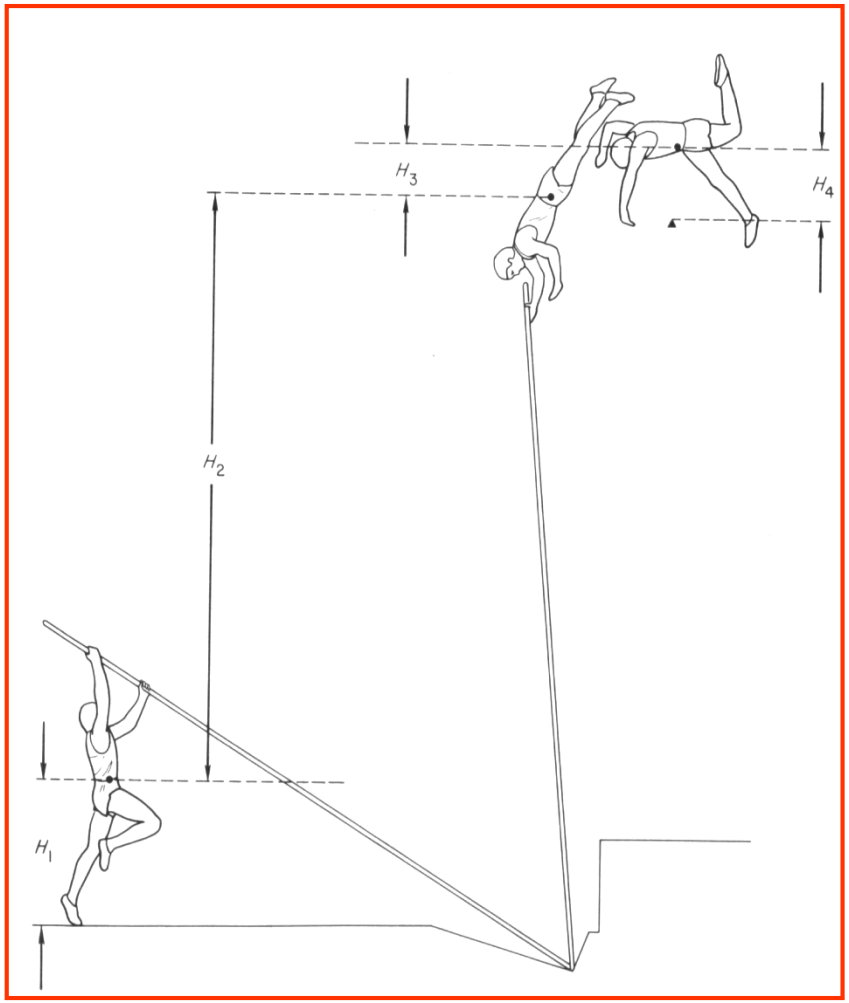
- معظم المؤثرات على اللاعب اثناء بقائه في الهواء هي ارتفاع مركز الثقل، السرعة و كمية الحركة الدورانية)

- في وثبة فوسبري:
  - مد للركبة قبل لحظة ملامستها للعارضة
  - بسبب هذه الحركة، هناك حركة مضادة في الجزء العلوي من الجسم
  - يفضل عدم البدا في هذه الحركة الا بعد تعدية الفخذ للعارضة بسبب انخفاض الفخذ نسبة الى الجسم نتيجة الى الحركات المضادة في الرجلين و اعلى الجسم



الزنا

الزانة ١



- H1 المسافة من مركز الثقل الى الأرض لحظة الطيران
- H2 المسافة المقطوعة خلال عملية الطيران
- H3 المسافة التي يرتفع فيها مركز الثقل بعد ترك الزانة
- H4 الفرق بين اعلى مسافة يصل اليها مركز الثقل و العارضة

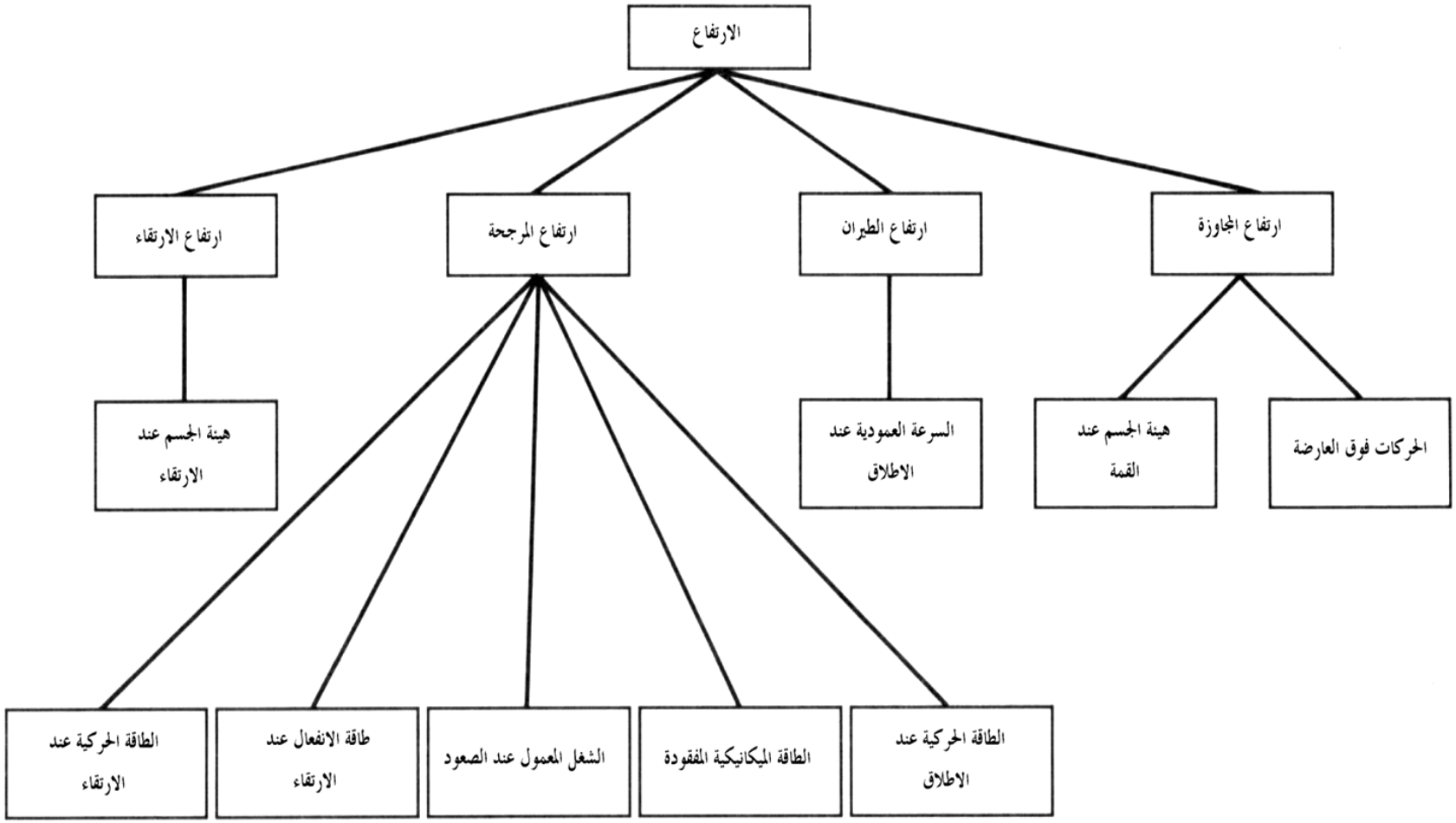
الزانة ٢

	طول الرياضي (م)	ارتفاع العارضة (م)	الارتفاع (م)	نسبة ارتفاع العارضة
سيرغي بوبكا (USSR)	1.83	5.85		
			H1 1.30	22.2
			H2 4.45	27.1
			H3 0.37	6.3
			H4 -0.27	4.6–
إيرل بيل (USA)	1.91	5.61		
			H1 1.25	22.3
			H2 4.22	75.2
			H3 0.11	2.0
			H4 0.03	0.5
بيلي أولسون (USA)	1.88	5.50		
			H1 1.38	25.1
			H2 3.92	71.3
			H3 0.44	8.0
			H4 -0.24	4.4–

البيانات بموافقة من Peter M. McGinnis, State Uinversity of New York at Cortland.

- ملاحظة طول اللاعب مع المسافات المحققة
- العوامل المؤثرة على المسافات H1,H3,H4 هي نفسها المؤثرة على الوثب العالي
- العوامل المؤثرة على H2

الزانة ٣


الارتفاع
ارتفاع الارتقاء
ارتفاع المرجحة
ارتفاع الطيران
ارتفاع المجاوزة
هيئة الجسم عند الارتقاء
السرعة العمودية عند الاطلاق
هيئة الجسم عند القمة
الحركات فوق العارضة
الطاقة الحركية عند الارتقاء
طاقة الانفعال عند الارتقاء
الشغل المعمول عند الصعود
الطاقة الميكانيكية المفقودة
الطاقة الحركية عند الاطلاق

الرمح ١

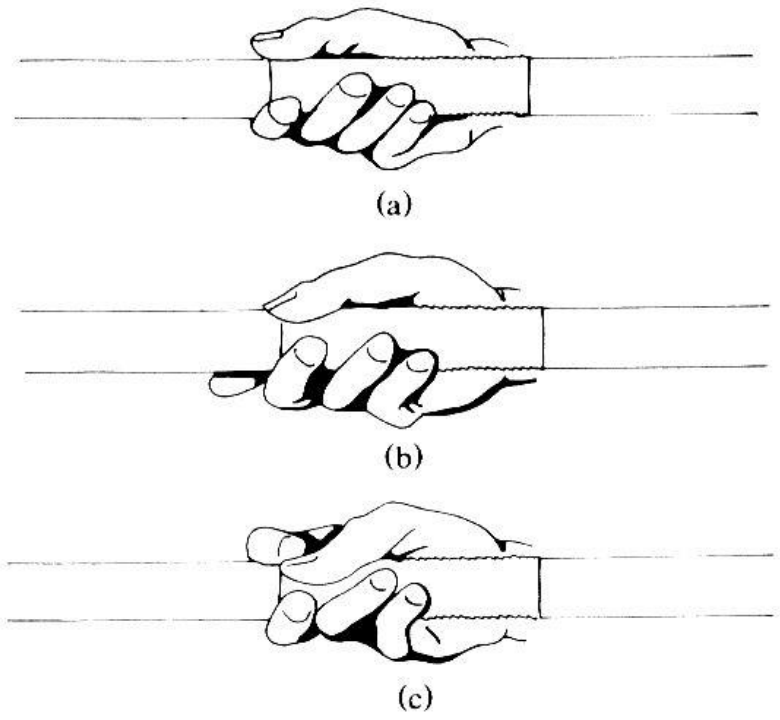
- العوامل المؤثرة على المسافة التي يقطعها الرمح هي:
  - سرعة الاطلاق
  - ارتفاع الاطلاق
  - زاوية الاطلاق
  - ديناميكية الرمح و التي يحمكها بصفة كبيرة و لكن غير تامة التصميم المقنن من قبل القانون
- ١٩٨٠ تغير التصميم للرجال لكي يعالج الارقام المحققة و التي تعدت في بعض الاحيان حدود الصالات المغلقة (١٠٤,٨م)

الرمح ٢
نتائج بحوث على الرمح الجديد

- مقاومة الهواء للرمح الجديد اكبر مما يؤدي الى تقليل المسافة المقطوعة.
- السرعة هي العامل الحاسم في التأثير على المسافة المقطوعة.
- الواوية المثالية للإطلاق تتراوح من ٣٠-٤٠ درجة. ١٩٨٧ أفضل اللاعبين تراوحت الزوايا لهم من ٣١-٣٨ درجة.
- زاوية الإطلاق و الهجوم لهما تأثير بسيط على المسافة المقطوعة.
- وجود هواء خلفي مساند يحدث زيادة في المسافة و لكن بسيطة (هواء ٧.٥ م/ث زيادة ٠.٦٧م).

الرمح ٣
القبضة

- ثلاث أنواع من القبضات:
  - الإبهام والإصبع الأول
  - الإبهام و الإصبع الثاني
  - الإصبع الأول و الثاني
- ٧٠% من أفضل الرماة يستخدمون النوع الثالث
- ٢٥% النوع الثاني
- ٥% النوع الأول
- لا يوجد دليل علمي على أفضلية أي واحد من الأنواع على الآخر.

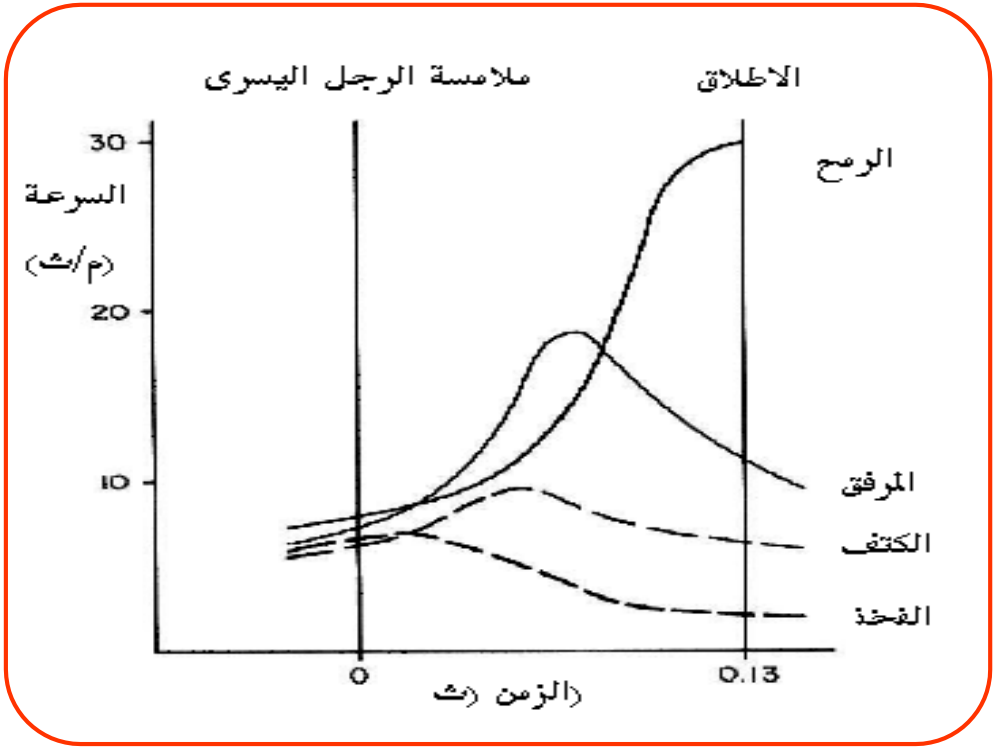


الرمح ٤
الاقتراب

- معظم اللاعبين يستخدمون مسافة اقتراب من **٩-١٥** م أو من ٦ إلى ١٠ خطوات
- إضافة إلى:
  - بعض الخطوات عند البداية
  - **٥-٧** خطوات للتحول من الجري الى الرمي
  - خطوة لإيقاف الجسم بعد إطلاق الرمح

يعطى مسافة كلية في حدود **١٢-١٨** خطوة (**٢٠-٣٠**م)

الرمح ٥
سرعة الاطلاق



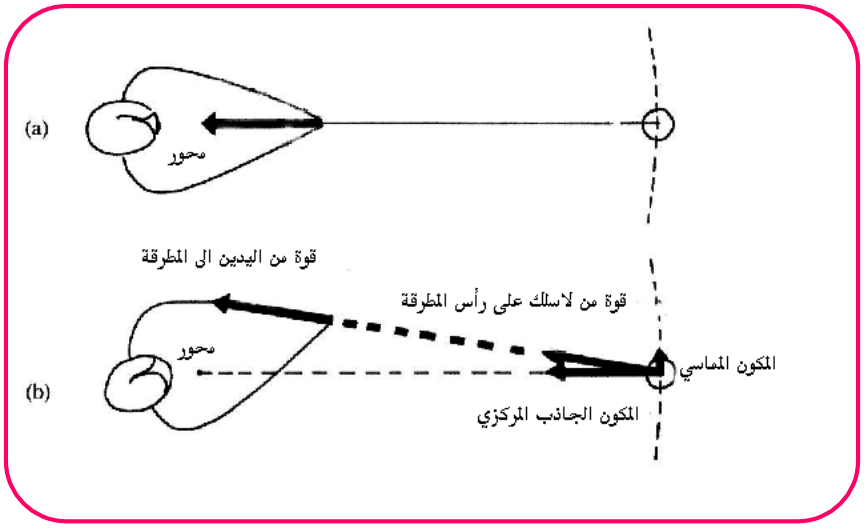
- أفضل عملية إطلاق عندما يكون ترتيب وصول العلى سرعة ممكنة لأطراف الجسم المستخدمة في المهارة كما يلي:
  - الفخذ
  - الكتف
  - المرفق
  - الرمح

المعلقة

المطرقة ١

- العوامل المؤثرة هي:
  - السرعة
  - الزاوية
  - ارتفاع الاطلاق
  - مقاومة الهواء

المطرقة ٢



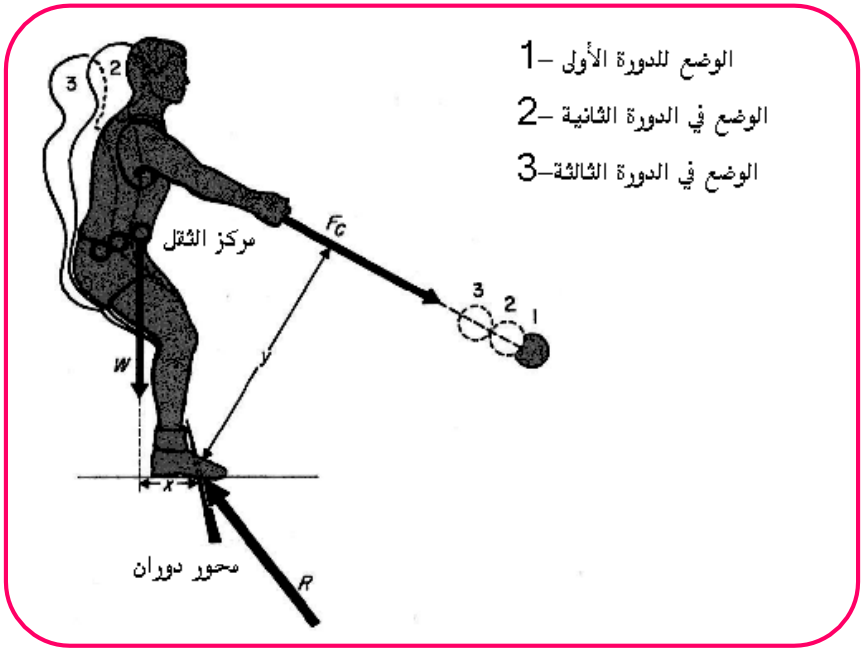
- عندما يكون السلك مطابقا لمحور الدوران، فإن قوة الجذب المركزية تعمل على تغيير اتجاه المطرقة فقط. (a)
- عندما يكون السلك يشكل زاوية مع خط امتداد محور الدوران فيكون هناك مكونين:
  - مكون جاذب مركزي (تغيير اتجاه)
  - مكون مماسي (تغيير سرعة)

المطرقة ٣

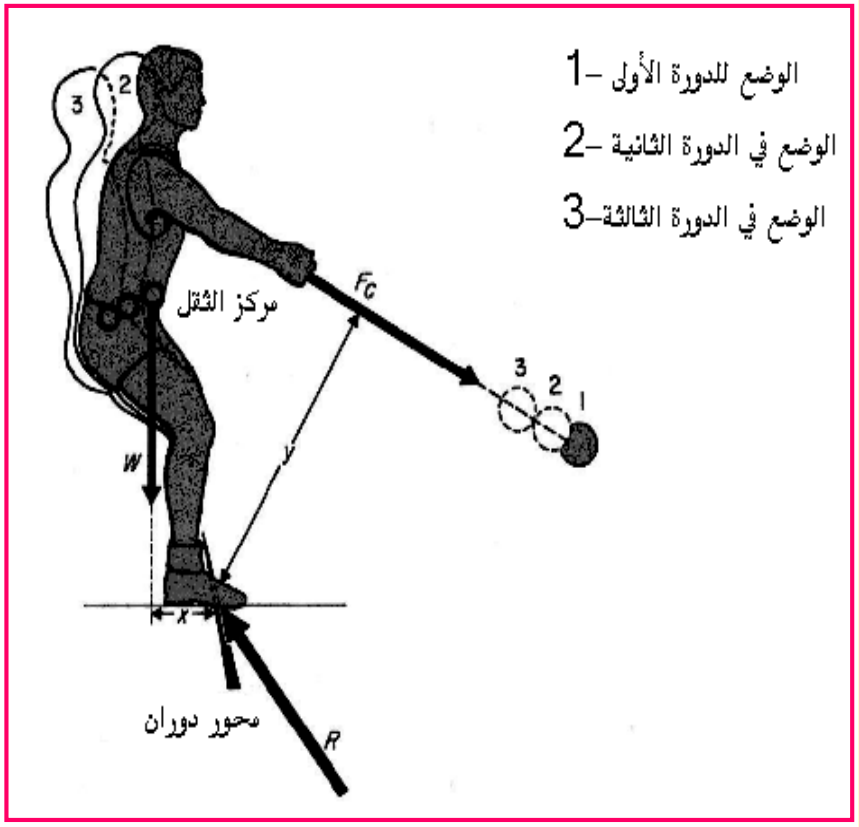
- القانون: $V_t = wr$
  - عندما تكون السرعة الدورانية ثابتة، كلما زاد نصف القطر زادت السرعة الخطية للمطرقة
  - عندما يكون نصف القطر ثابت، كلما زادت السرعة الدورانية زادت السرعة الخطية
  - تطبيقيا، المزيج في الزيادة في السرعة الدورانية و النصف القطر هو المثالي

المطرقة ٤

- كلما زادت السرعة الخطية للمطرقة، كلما زادت قوة الجذب المركزية المطلوب من اللاعب إنتاجها لكي يبقي المطرقة في حالة الدوران نسبة إلى محور الدوران
- هذه الزيادة في قوة الجذب المركزية يصاحبها زيادة مساوية في قوة الطرد المركزية
- يتطلب هذا التغير في القوة إلى ضرورة تغيير اللاعب من وضعه



المطرقة ٥



- القوى المؤثرة على اللاعب هي:
  - وزن اللاعب
  - قوة الجذب المركزية
  - قوى رد الفعل من الأرض على قدم اللاعب
- كل قوة تنتج عزم تدوير حول قدم اللاعب.
  - وزن اللاعب ينتج عزم ضد عقارب الساعة
  - قوة الطرد المركزية تنتج عزم مع عقارب الساعة
- مع الزيادة في السرعة، تزداد قوة الطرد المركزية و عزم الدوران المصاحب
- هذه الزيادة تجبر اللاعب على اتخاذ الأوضاع **٢-٣** لكي يوازن بين العزوم
- تعديل الوضع بحيث يخفض و يعود بمركز ثقله إلى الخلف عن طريق ثني الفخذ و الركبة مما يقلل من ذراع عزم قوة الطرد و يزيد من ذراع العزم الوزن

المطرقة ٦

- بسبب كون المطرقة تترك يد اللاعب و هي على ارتفاع الكتف تقريبا، **١.٦-١.٩** م فوق مستوى الهبوط، أفضل زاوية إطلاق هي اقل من ٤٥. من **٤٣-٤٤** درجة لرمية في حدود ٤٥م.

- لرميات من **٧٧.٠٦-٨٣.٠٦**م تتراوح الزاوية من **٣٨-٤٤**.