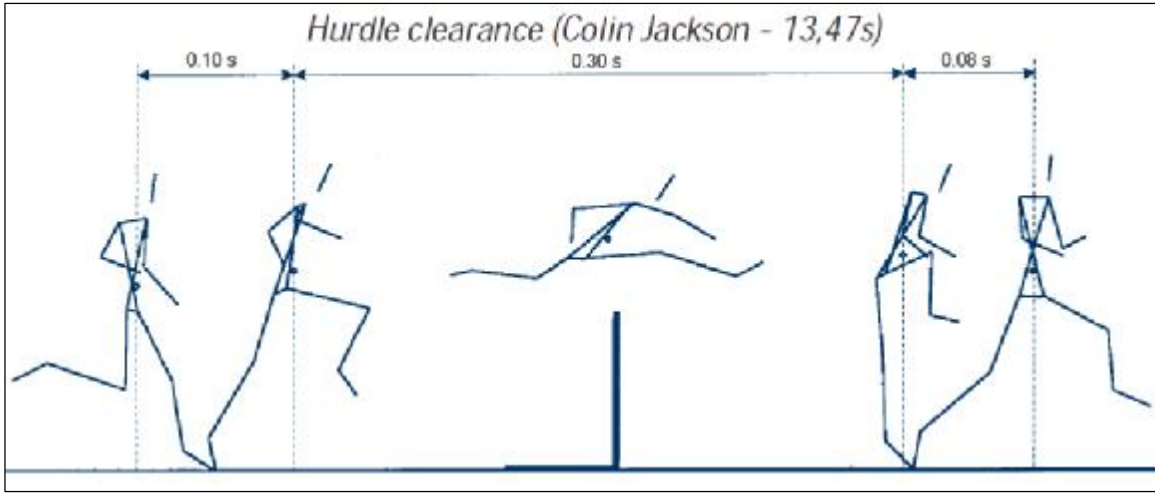


الإيقاع البيوميكانيكي للحركة وحساب المساحة تحت المنحنى

هذا الموضوع يتطرق الى الإيقاع الحركي من وجهة نظر البيوميكانيك وبتعريف اولي بسيط فان الإيقاع البيوميكانيكي للحركة هو توزيع الزمن على أجزاء الحركة ، أي أن نعرف مقدار الزمن للقسم التحضيرى والزمن للقسم الرئيسى والزمن للقسم الختامي وهذه الأزمنة بمجموعها تشكل زمن الاداء ، ويمكننا من خلال استخدام قانون النسبة المئوية (الجزء ÷ الكل × ١٠٠) معرفة النسبة المئوية للزمن في كل مرحلة او جزء او معرفة المساحة الزمنية التي غطتها مرحلة معينة من الحركة ، ويمكن حساب الزمن الكلي لخطوة الحاجز من خلال دراسة جزء زمن التماس ثم جزء زمن الطيران ثم جزء زمن التماس بعد الهبوط ، ويمكن تقسيم زمن الطيران الى جزء قبل الحاجز وجزء بعد الحاجز ، وهكذا.



الشكل يوضح زمن مرحلة الارتقاء وزمن مرحلة الطيران وزمن مرحلة الهبوط

ولا يكفي الزمن لتحديد الإيقاع البيوميكانيكي للحركة اذ ربما يطول الزمن بشد عضلي بسيط او يقصر الزمن بشد عضلي كبير اذن يجب دراسة الديناميكية في الاداء (القوة المبذولة في زمن كل مرحلة) اذ قد يطول الزمن او يقصر دون وجود ديناميكية (تأثير حركي موجه لواجب الحركة) ومن هنا جاءت اهمية الديناميكية في الإيقاع البيوميكانيكي للحركة ، وبذلك يمكن الوصول الى تعريف نهائي للإيقاع البيوميكانيكي للحركة بانه (التوزيع الزمني لتفاعل القوة في أجزاء الحركة) أو هو (التوزيع الزمني لتنظيم بذل القوة).

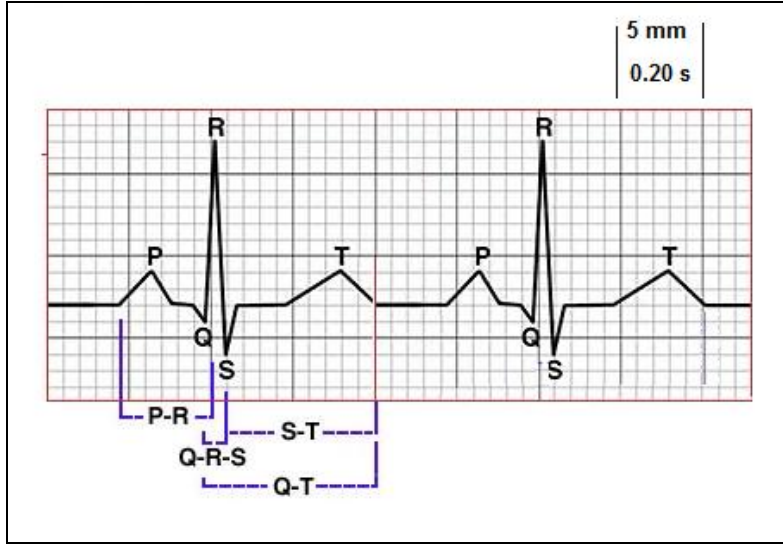
الإيقاع البيوميكانيكي لحركة القلب

يمكننا ان نفرق بين ايقاع الحياة وايقاع الموت من خلال الاستماع الى صوت القلب وهذا اكثر شيء يمكننا تمييزه من خلال الصوت ، الا ان تحديد ايقاع دورة القلب لايمكن تمييزه بالصوت بقدر استخدام اجهزة خاصة مثل جهاز تخطيط القلب (ECG) ، ويمكن ملاحظة ذلك في تخطيط نبضات القلب ، فهناك فترة زمنية لكل جزء من اجزاء الضربة فالمعدل الطبيعي للموجة (P) يتراوح بين (٠,٠٨ - ٠,١٠) ثانية اما المعدل الطبيعي للفترة (QRS) فيتراوح بين (٠,٠٤ - ٠,١٠) ثانية والمعدل الطبيعي للفترة (P-R) يتراوح بين (٠,٢٠ - ٠,٢٠) ثانية والمعدل الطبيعي للفترة (QT) يتراوح بين (٠,٢٠ - ٠,٤٠) ثانية أي ان الإيقاع

من مكتبة الاستاذ الدكتور حسين مردان عمر

www.husseinmardan.com

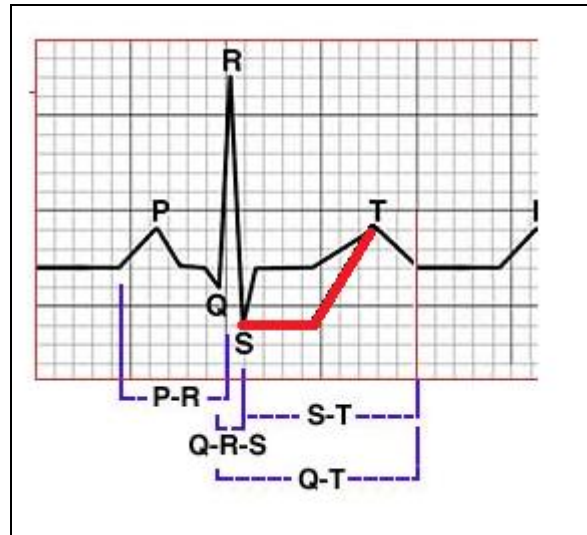
الحركي للنبضة معلومة بدوام عمل عضلة القلب لفترات معينة ، ولكل موجة او مساحة دلالة على ايقاع حركي معين.



شكل يوضح موجات العمل والراحة للقلب

يمكننا من خلال معرفتنا بسرعة حركة ورقة التسجيل (٢٥ ملليمتر في الثانية او ١٥٠٠ ملم في الدقيقة) حساب عدد النبضات فان المسافة بين القمة (R) والقمة الثانية تقدر بـ(٢٠ ملم) وبقسمة ١٥٠٠ على ٢٠ فان الناتج هي ٧٥ نبضة في الدقيقة ، ولحساب سرعة الموجة (T) فان المسافة التي تغطيها هي (٥ ملم) والزمن (٠,٢٠ ثا) اذن السرعة = المسافة ÷ الزمن وتساوي $0,20 \div 5 = 0,04$ ملم في الثانية.

ويختلف الايقاع البايوميكانيكي للنبضات خلال العمل والراحة والشكل ادناه يوضح هذا الاختلاف



يلاحظ من الشكل تغير في ايقاع القلب (الزمن والعمل) من الراحة الى الجهد اي ان انخفاض (ST) دلالة على وجود جهد

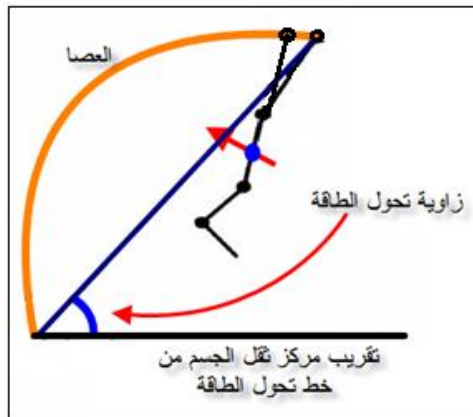
الدفع والقدرة من مظاهر الإيقاع البايوميكانيكي للحركة

يعد الدفع احد مظاهر الإيقاع البايوميكانيكي للحركة طالما أنه ينظم العلاقة بين القوة والزمن كما في القانون (الدفع = القوة × الزمن) ، كما يمكن اعتبار التغيير في كمية الحركة من مظاهر الإيقاع البايوميكانيكي للحركة (قانون نيوتن الثاني) من خلال العلاقة (التغيير في كمية الحركة = القوة × الزمن) استنادا على ان (الدفع = التغيير في كمية الحركة).

ويمكن أن تعد القدرة المظهر الأهم للإيقاع البايوميكانيكي للحركة لأنها تنظم العلاقة بين المسافة (دوام تأثير القوة لمسافة معينة) والزمن وفقا للقانون أدناه

$$\frac{\text{القوة} \times \text{المسافة}}{\text{الزمن}} = \text{القدرة}$$

فإذا كانت المسافة هي منطقة الركضة التقريبية أو إطالة العضلة فان حساب القدرة وفقا لأجزاء الحركة من الممكن أن يعطي مدلولاً للإيقاع البايوميكانيكي للحركة (توزيع القدرة على أجزاء الحركة) ويمكن حساب الإيقاع البايوميكانيكي لحركة الخطوات الثلاثة بين الحواجز فالخطوة الأولى تختلف عن الثانية وعن الثالثة وتختلف الخطوة الثانية عن الخطوة الثالثة بل أن كل جزء من أجزاء الخطوة الواحدة (الارتكاز الأمامي – الارتكاز العمودي – الارتكاز الخلفي) يختلف في إيقاعه عن الجزء الآخر إذن لكل حركة إيقاعها الخاص ويمكن اكتشاف الإيقاع ظاهريا ومن خلال المعلمين والمدربين المحترفين ذوي التخصص في الفعالية ، وكما أن لكل حركة إيقاعها الخاص فان لكل لاعب إيقاعه الخاص ، وان من أهم واجبات المدرب هو التوافق بين الإيقاع البايوميكانيكي للحركة مع الإيقاع الخاص باللاعب كما يحدث في القفز بالعصا اذ يجب ان يتواجد اللاعب في المكان المناسب عند تدرج ارجاع العصا لوضعه الطبيعي ، كما يستخدم الحصان ايقاعا خاصا لاجتياز الحواجز فان للفارس ايقاع مناسب لذلك التصرف.



شكل يوضح امكانية حساب الإيقاع البايوميكانيكي لحركة اللاعب وإيقاع ارجاع العصا لوضعه

من مكتبة الاستاذ الدكتور حسين مردان عمر

www.husseinmardan.com

إننا بذكرنا التفاعل بين الزمن والقوة في أجزاء الحركة فإننا نتحدث عن حالات الانبساط والتقلص في العضلات والتي يمكن تنظيمها بالتغذية الراجعة أو تنظيمها بالموسيقى أو التصفيقات أو الصفارات أو الطرقات أو العد ويعتبر هذا الوزن من ادوات الايقاع أو التدريب على الايقاع البايوميكانيكي للحركة وهذه الأدوات مهمة جدا في هذا المجال ويمكن اكتشاف جهاز خاص ينظم زمن الاداء لكل مرحلة بنغمات خاصة.

أهمية الإيقاع البايوميكانيكي للحركة

- 1- الإقتصاد في الجهد المبذول من خلال تنظيم التبادل الأمثل بين الانقباض والانبساط
- 2- تأخير ظهور التعب من خلال تنظيم وقت إمداد الجسم بالأوكسجين (التنفس في الزمن المناسب من الحركة)
- 3- رفع مستوى الاداء المهاري والانجاز
- 4- توجيه مسار القوة في الفترات الزمنية المناسبة

الايقاع البايوميكانيكي لبعض مهارات الفعاليات الرياضية

الايقاع البايوميكانيكي لمهارة ضرب الكرة بالرأس من القفز في كرة القدم



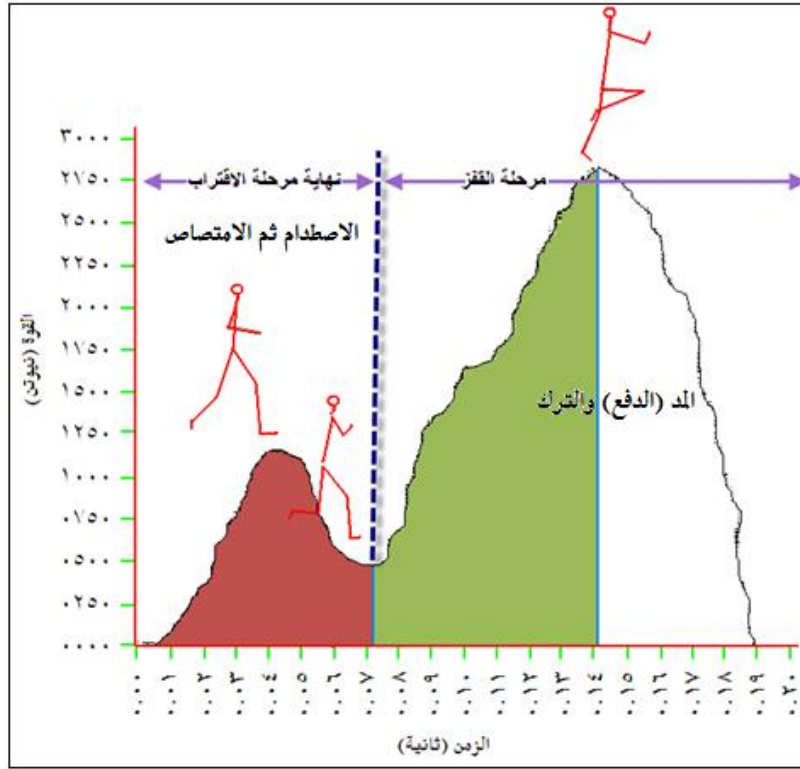
بعد الشرح الموجز للايقاع البايوميكانيكي للحركة فان لجميع الحركات والمهارات الرياضية ايقاع بايوميكانيكي يمكن اكتشافه ثم تقديم النصح وفقا لاهمية الايقاع ، ادناه توضيح الايقاع البايوميكانيكي لمهارة ضرب الكرة بالرأس من القفز في كرة القدم.

الأسس الفنية لمراحل ضرب الكرة بالرأس من القفز . وضعتها المصادر في أربع مراحل مترابطة هي :-

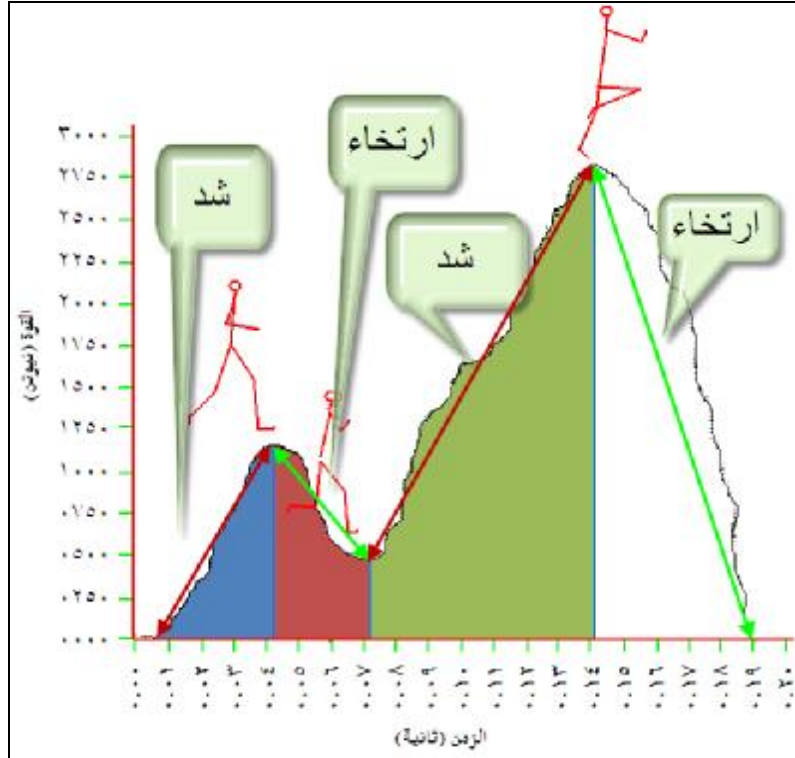
1. مرحلة الاقتراب .
2. مرحلة القفز .
3. مرحلة الضرب .
4. مرحلة الهبوط .

وسنقدم توضيحا للايقاع البايوميكانيكي للحركة في نهاية مرحلة الاقتراب ومرحلة القفز

عند دراسة تأثير القوة في المهارة ووفقا لمعطيات جهاز (منصة) قياس القوة فإننا نلاحظ وجود خصائص لمنحنى القوة – الزمن وبموجب هذه الخصائص نستطيع توضيح اجزاء الحركة (وصف الحركة) على المنحنى واستنتاج مراحل الشد والارتخاء.



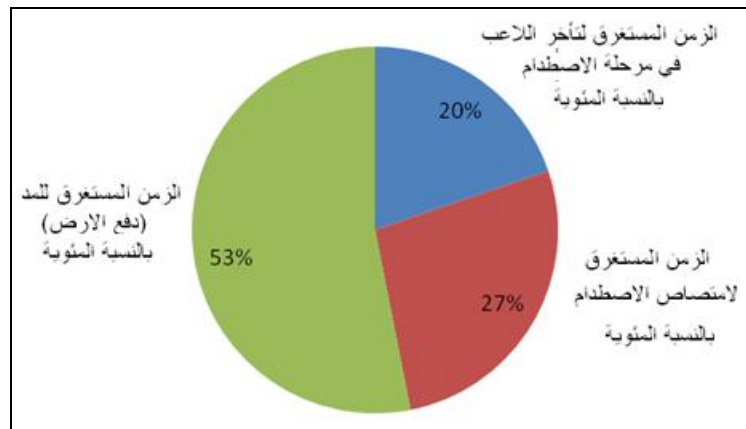
شكل يوضح دالة القوة – الزمن لضرب كرة القدم بالرأس من القفز



شكل يوضح فترات الشد والارتخاء لضرب كرة القدم بالرأس من القفز

جدول يبين بيانات (٧) لاعبين في كرة القدم

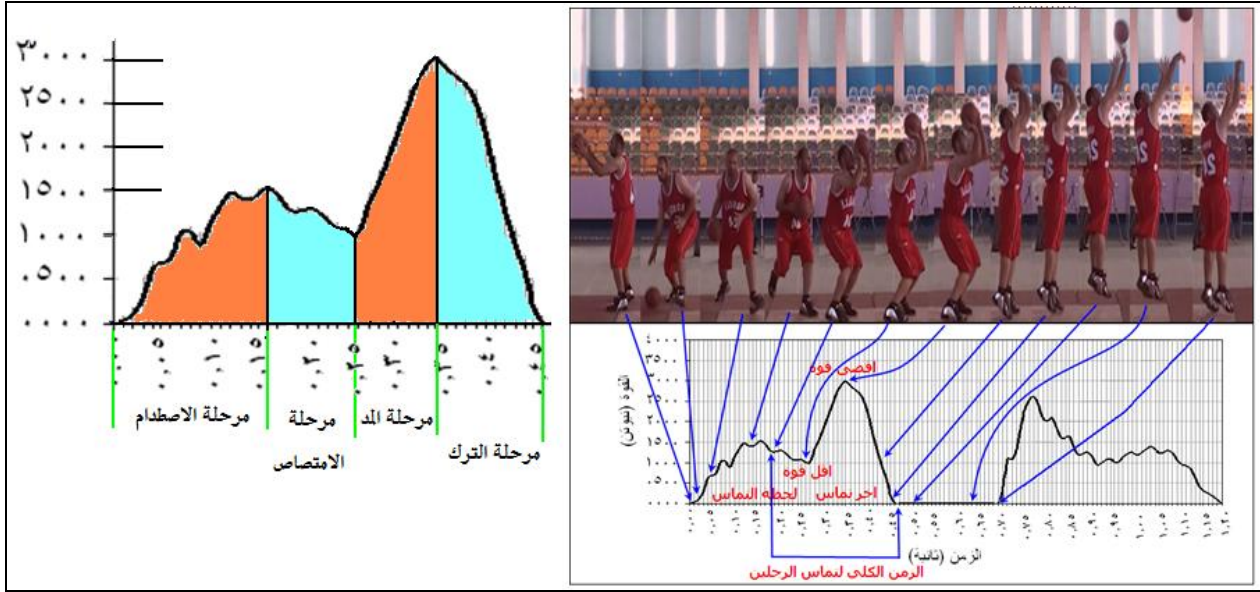
٧	٦	٥	٤	٣	٢	١	المتغيرات
١٣٦٤,٧١	١١٨٤,٣٧	٩١٠,٤	١٥٦١,٥١	٨٨٧	٨٨٠	٧٤٥	الاصطدام
٠,٠٣٦	٠,٠٤٤	٠,٠٣٧	٠,٠٤٦	٠,٠٣٢	٠,٠٤	٠,٠٣٥	زمن دوام الاصطدام
٦٤٥	٤٩٢	٧٤٦	١٧٠	٥٦٣	٤١٥	٤٢٥	الامتصاص
٠,٠٦٥	٠,٠٦٦	٠,٠٥	٠,٠٧٧	٠,٠٤٦	٠,٠٦	٠,٠٤٨	زمن دوام الامتصاص
٢٦٤٦	٢٧٥٧	٢٥٨١	٢٦١٥	٢٥٧٤	٢٤٨٤	٢٥٧٨	المد (دفع الأرض)
٠,١٢٤	٠,١٤٣	٠,٠٨٦	٠,١٤٢	٠,٠٨٤	٠,٠٨٧	٠,٠٩٤	زمن دوام المد
٠,٢٢٥	٠,٢٥٣	٠,١٧٣	٠,٢٦٥	٠,١٦٢	٠,١٨٧	٠,١٧٧	الزمن الكلي
%١٦	%١٧	%٢١	%١٧	%٢٠	%٢١	%٢٠	الزمن المستغرق لاستمرار مرحلة الاصطدام بالنسبة المئوية
%٢٩	%٢٦	%٢٩	%٢٩	%٢٨	%٣٢	%٢٧	الزمن المستغرق لاستمرار الامتصاص بالنسبة المئوية
%٥٥	%٥٧	%٥٠	%٥٤	%٥٢	%٤٧	%٥٣	الزمن المستغرق لاستمرار المد (دفع الأرض) بالنسبة المئوية



شكل يوضح المساحات الزمنية للايقاع البيوميكانيكي لنطح الكرة بالنسبة المئوية

وفي بعض الفعاليات يكون لزمن الطيران كمرحلة من الحركة دورا مهما لما تستنفذها هذه المرحلة من زمن السباق كما في زمن الطيران في ركض الحواجز ، كذلك فان الخطوات الثلاث في الوثبة الثلاثية تختلف من حيث الزمن فلمهارة الوثبة الثلاثية ايقاع بيوميكانيكي حركي من حيث مركبات القوة في كل خطوة وفقا لواجب الخطوة ، ونعني بمركبات القوة المركبات العمودية والافقية والمحصلة .

الايقاع البيوميكانيكي للتصويب من الدوران في كرة السلة



شكل يوضح الايقاع الحركي للتصويب من الدوران في كرة السلة

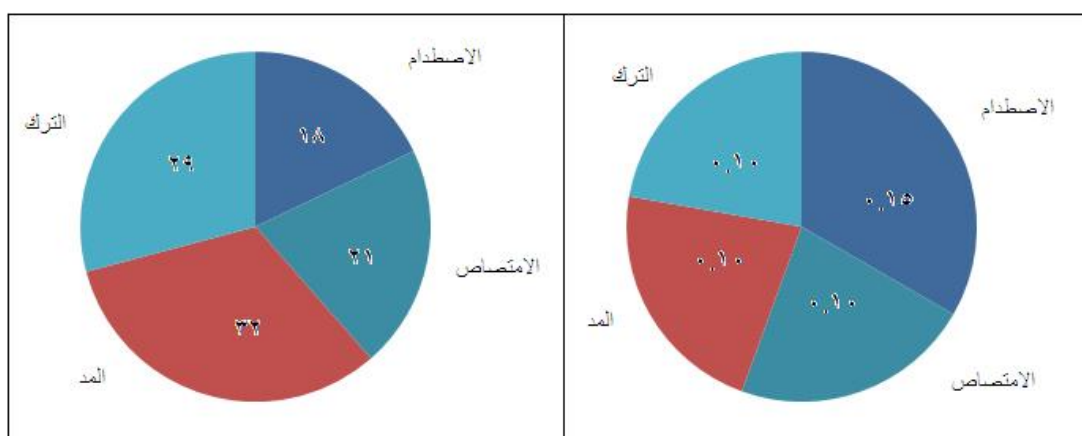
الايقاع البيوميكانيكي للحركة في مرحلتي الاصطدام والامتصاص (خصائص منحنى القوة - الزمن)
 من خلال ملاحظتنا للشكل نستطيع ان نقدم وصفا للايقاع الحركي (خصائص منحنى القوة - الزمن) ، ان اللاعب قد هبط على الارض (مرحلة الاصطدام) بقوة استمرت من (٠ نيوتن) وبلغت اقصاها (١٥٠٠ نيوتن) استغرق تأثير الاصطدام زمنا قدره (٠,١٥ ثانية) مما يعني ان الدفع المسلط على اللاعب استمر بمقدار (القوة \times الزمن = $(٠-١٥٠٠) \times ٠,١٥ = ٢٢٥$ نيوتن في الثانية) بعد هذه المرحلة بدأ اللاعب بامتصاص اثر هذا الاصطدام بارخاء العضلات العاملة لفترة استمرت من الثانية (٠,١٥) ولغاية الثانية (٠,٢٥) أي استغرقت (٠,١٠ ثانية) بقيم تنازلية للقوة ، بذل اللاعب الارخاء بتناقص قيم القوة من (١٥٠٠ نيوتن ولغاية ١١٠٠ نيوتن) ليبلغ مقدار الارخاء في نهاية المرحلة (القوة \times الزمن = $(١٥٠٠-١١٠٠) \times ٠,١٠ = ٤٠$ نيوتن في الثانية) ، اشارة السالب تعني اتجاه تناقصي لمقادير القوة) ، ومن خلال المقارنة نجد ان دفع الاصطدام كان اكبر من دفع الامتصاص لايقاع حركة هذا اللاعب بمقدار (٢٢٥ - ٤٠ = ١٨٥ نيوتن في الثانية) نعتقد ان هذه القوة البالغة ١٨٥ نيوتن ستخزن على شكل طاقة كامنة تستخدم في المرحلة اللاحقة.

الايقاع البيوميكانيكي للحركة في مرحلتي المد (الدفع) والترك (خصائص منحنى القوة - الزمن)
 من خلال ملاحظتنا للشكل نجد ان اللاعب قد بدء بمد زاوية الركبة (دفع الارض) في مرحلة المد بقوة بدأت من (١١٠٠ نيوتن) واستمرت حتى بلغت اقصاها (٣٠٠٠ نيوتن) استغرق دوام المد زمنا قدره (٠,٣٥ - ٠,٢٥ ثانية) وازمنة المد او الدفع في الغالب تكون قصيرة لان المرحلة تتطلب اصدار قوة كبيرة اذ ان القوة تتناسب عكسيا مع الزمن ، ان مقدار الدفع المسلط من اللاعب بلغ (١٩٠٠ نيوتن \times ٠,١٠ = ١٩٠ نيوتن في الثانية) ، بعد هذه المرحلة بدأ اللاعب بارخاء العضلات العاملة لترك الارض لفترة استمرت من الثانية (٠,٣٥) ولغاية الثانية (٠,٤٥) أي استغرقت (٠,١٠ ثانية) بتناقص قيم القوة من (٣٠٠٠ نيوتن ولغاية ٠ نيوتن) ليبلغ مقدار الارخاء في نهاية المرحلة (القوة \times الزمن = $(٣٠٠٠-٠) \times ٠,١٠ = ٣٠٠$ نيوتن في الثانية اشارة السالب تعني اتجاه تناقصي لمقادير القوة) ، ومن خلال المقارنة نجد ان دفع الترك كان اكبر أي ان الترك يتم بمقدار ٣٠٠ نيوتن في الثانية وهذه القيمة دليل اخر على سرعة مرحلة الترك مقارنة بمرحلة المد.

ان الدفع مستمر باستمرار القوة في وحدات الزمن مما يعني ان هناك دفع في كل لحظة زمنية مستمرة بالتصاعد او التنازل ، ولكي يكون الدفع معبرا عن المرحلة نحتاج الى معدل القوة اي ان نحسب القوة في

الثانية الاولى ثم في الثانية الثانية وهكذا لحين انتهاء المرحلة وجمعها ثم قسمتها على عددها لنحصل على معدل القوة في المرحلة وهو افضل اسلوب لحساب الدفع المستمر.

المراحل	الزمن	القوة	الدفع	زمن المرحلة	معدل القوة	معدل الدفع	توزيع الدفع بالنسبة المئوية
الاصطدام	٠,٠٠	٠	٠	٠,١٥	٧٥٠	١١٣	١٨
	٠,٠٥	٥٠٠	٢٥				
	٠,١٠	١٠٠٠	١٠٠				
	٠,١٥	١٥٠٠	٢٢٥				
الامتصاص	٠,١٥	١٥٠٠	٢٢٥	٠,١٠	١٣٠٠	١٣٠	٢١
	٠,٢٠	١٣٠٠	٢٦٠				
	٠,٢٥	١١٠٠	٢٧٥				
المد	٠,٢٥	١١٠٠	٢٧٥	٠,١٠	٢٠٣٣	٢٠٣	٣٢
	٠,٣٠	٢٠٠٠	٦٠٠				
	٠,٣٥	٣٠٠٠	١٠٥٠				
التراك	٠,٣٥	٣٠٠٠	١٠٥٠	٠,١٠	١٨٣٣	١٨٣	٢٩
	٠,٤٠	٢٥٠٠	١٠٠٠				
	٠,٤٥	٠	٠				
المجموع	٣,٠٠	١٨٥٠٠	٥٠٨٥	٠,٤٥	٥٩١٧	٦٢٩	١٠٠

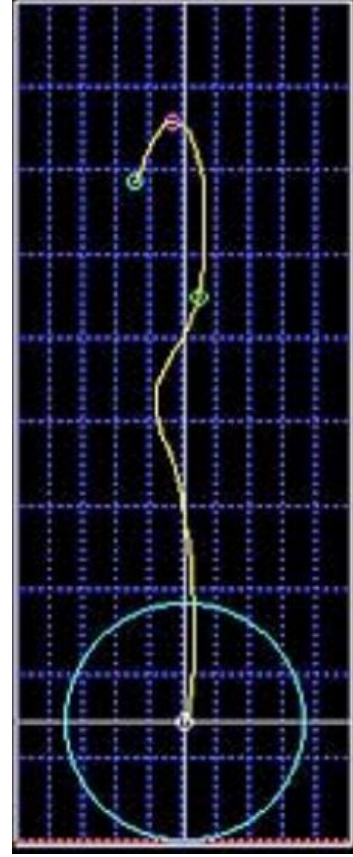
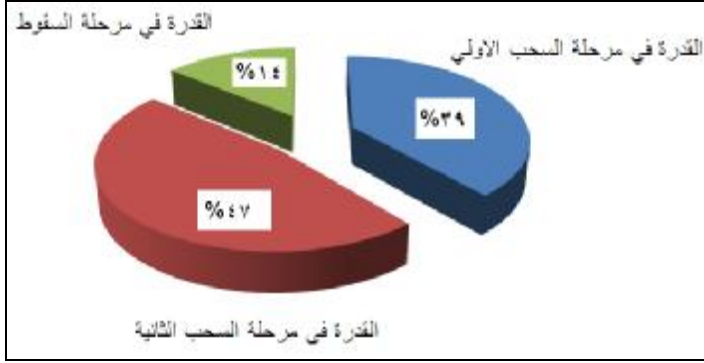


توزيع الدفع بالنسبة المئوية

توزيع الزمن

الايقاع البايوميكانيكي لرفعة الخطف

ادناه المسار الحركي لرفعة الخطف للرباع (Alexander Kurlovich) في بطولة العالم ١٩٩٤ اسطنبول
حاصل على الميدالية الذهبية بخطفه ٢٠٥ كغم



المسافة في مرحلة السحب الاول (حتى الدائرة الخضراء) ٠,٨١ متر انجز بزمن قدره ٠,٨١ ثانية
المسافة في مرحلة السحب الثانية (حتى الدائرة الحمراء) ١,١٤ متر انجز في زمن قدره ١,٠٨ ثانية (المسافة
الجزئية ٠,٣٣ متر والزمن الجزئي ٠,٢٧ ثانية)
المسافة عند الثني (السقوط تحت الثقل حتى الدائرة الخضراء الثانية) ١,٠٢ متر انجز بزمن قدره ١,٤١ ثانية
(المسافة الجزئية ٠,١٢ متر والزمن الجزئي ٠,٣٣ ثانية)

$$\frac{0,81 \times 9,81 \times 200}{0,81} = \text{القدرة في مرحلة السحب الاولى}$$

$$2011 = \text{القدرة في مرحلة السحب الاولى}$$

$$\frac{(0,81 - 1,14) \times 9,81 \times 200}{(0,81 - 1,08)} = \text{القدرة في مرحلة السحب الثانية}$$

$$2458 = \text{القدرة في مرحلة السحب الثانية}$$

$$\frac{(1,02 - 1,14) \times 9,81 \times 200}{(1,08 - 1,41)} = \text{القدرة في مرحلة السقوط}$$

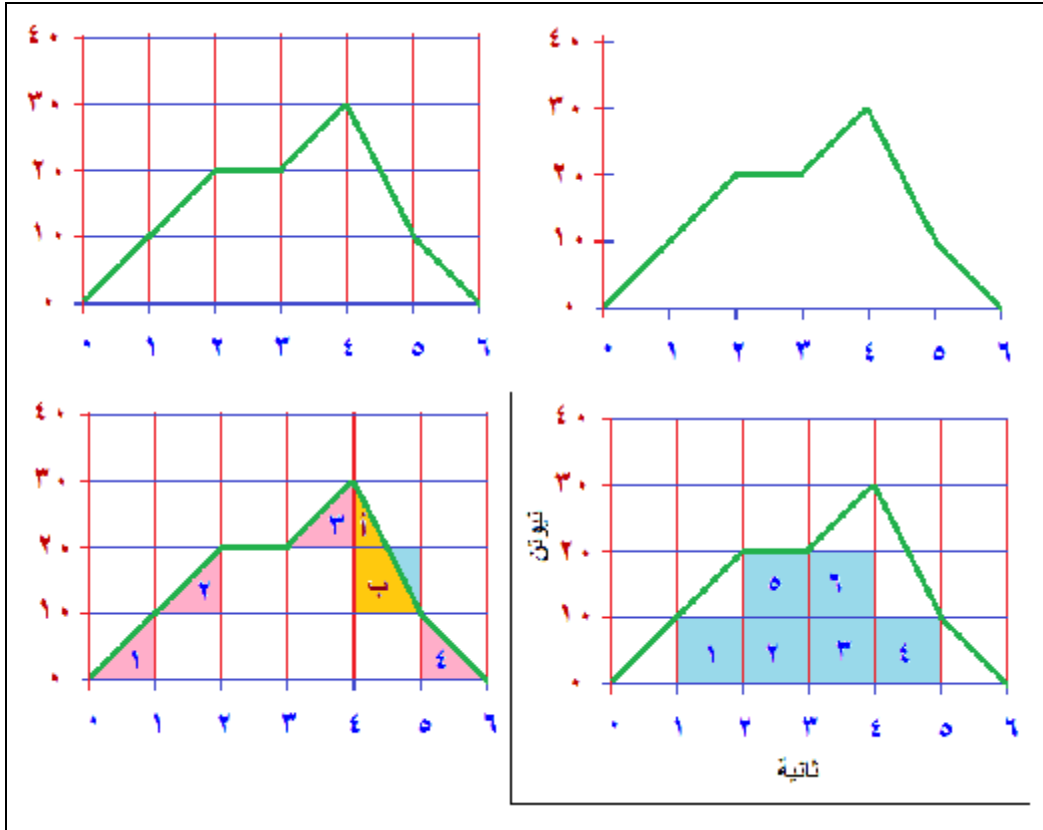
$$731 = \text{القدرة في مرحلة السقوط}$$

من مكتبة الاستاذ الدكتور حسين مردان عمر

www.husseinmardan.com

المساحة تحت المنحني (الدفع)

بعد الشرح المفصل عن الايقاع البايوميكانيكي للحركة ومدى تعلق الموضوع بالدفع فانه من المعروف بان المساحة تحت المنحني تساوي الدفع ، ولاجل توضيح ذلك نتطرق الى المثال ادناه.



شكل افتراضي لمنحني القوة - الزمن

حساب المساحة تحت المنحني

حساب عدد المربعات الكاملة تحت المنحني

طول ضلع كل مربع = 1 سنتيمتر

حساب مقياس الرسم

لو اعتبرنا ان كل 10 نيوتن = سنتيمتر واحد في الصورة على المحور العمودي

وان كل 1 ثانية تساوي 1 سنتيمتر على المحور الافقي

مما يعني ان مساحة المربع الواحد هو 1 سم مربع

وبذلك فان مقياس الرسم كل اسم مربع يساوي 10 نيوتن في الثانية.

عدد المربعات = 6

المساحة تحت المنحني = عدد المربعات \times مقياس الرسم

المساحة تحت المنحني = 10×6

المساحة تحت المنحني = 60 نيوتن في الثانية (نت.ثا)

او

الدفع للمربع الواحد = القوة \times الزمن

الدفع للمربع الواحد = 10 نيوتن \times 1 ثانية

المساحة تحت المنحني = عدد المربعات \times الدفع للمربع الواحد

المساحة تحت المنحني للشكل اعلاه هو 6×10 نيوتن في الثانية = 60 نيوتن في الثانية

من مكتبة الاستاذ الدكتور حسين مردان عمر

www.husseinmardan.com

حساب مقادير القوة وفقا للزمن

في الثانية الاولى = ١٠ نيوتن (١)

في الثانية الثانية = ٢٠ نيوتن (٢)

في الثانية الثالثة = ٢٠ نيوتن (٣)

في الثانية الرابعة = ٣٠ نيوتن (٤)

في الثانية الخامسة = ١٠ نيوتن (٥)

معدل القوة = $90 \div 5$

= ١٨ نيوتن

الدفع = معدل القوة \times الزمن

الدفع = $18 \times 5 = 90$ نيوتن في الثانية

ان الفرق الذي يبلغ ٣٠ نيوتن (٩٠-٦٠) يعود الى حسابنا القم وليس المربعات اي ان المساحة الصحيحة هي ٩٠ نيوتن ولاثبات ذلك

حساب مساحة الاجزاء المتبقية

يمكن حساب مساحة المثلث في بعض الاشكال وهي اربع مثلثات اي ان المثلث الواحد هو نصف المربع اي بمقدار ٥ نيوتن في الثانية

مساحة المثلثات المنتظمة تحت المنحنى = عدد المثلثات \times نصف مقياس الرسم

المساحة تحت المنحنى = 5×4

المساحة تحت المنحنى = ٢٠ نت.ثا

او كل مثلثين عبارة عن مربع اي عدد المربعات \times مقياس الرسم = $2 \times 10 = 20$ نت.ثا

المساحة الكلية مع المثلثات = $20 + 60$

= ٨٠ نيوتن في الثانية ، يبقى شكلين غير منتظمين (أ ، ب) ويكمل (أ) الجزء

المتبقي من مربع (ب) ويصبح هذا الجزء بمقدار مربع واحد اي ١٠ نيوتن

= ٩٠ نيوتن في الثانية وهذا الرقم يساوي ٩٠ نيوتن في الثانية الذي تم حسابه من

معدل القوة

بالنسبة للاجزاء غير المنتظمة نلجأ الى العلوم الاخرى وبعض الاجهزة لقياس ذلك وكذلك بعض البرامج الهندسية مثل (AutoCAD) فيمكن قياس المساحة دون التعقيد اعلاه ولكن يجب تنظيم مقياس الرسم.