

المحاضرة الرابعة

جامعة بغداد

كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة للبنات

الدراسات العليا / الماجستير

التحليل العملي والتطبيقي لقوانين الحركة (النيوتن) الأول والثاني في التدريب والمنافسة

اعداد

أ. د. وداد كاظم الزهيري

2024



الهدف من المحاضرة

- التعرف الى
- تطبيقات قوانين الحركة الاول والثاني في الحركات الخطية والزاوية وتدريبات الاداء الحركي
- الأسس والتطبيقات الميكانيكية المتعلقة بقوانين نيوتن في المجال الرياضي
- -- الكتلة وطول اجزاء الجسم ودورها في عزم القصور الذاتي
- - تطبيقات عملية في الالعاب للتحكم باطوال الجسم وكتلته كمقاومة في التدريبات
- - قانون نيوتن الثاني وتطبيقاته في الحركات الخطية والزاوية
- - تطبيق القوانين في التدريب والمنافسات



قوانين نيوتن

في القرن السابع عشر الميلادي، اقترح عالم الرياضيات الإنجليزي السير إسحق نيوتن ثلاثة قوانين للحركة، وقد مكّنت هذه القوانين العلماء من وصف وتفسير حركات الاجسام الجامدة والحية على حد سواء.

والذي يهمننا في البايوميكانيك الرياضي هو كيفية التعامل مع هذه القوانين وبما يفسر المسارات الحركية للفعاليات الرياضية وكيفية حدوثها باختلافها سواء اكانت خطية او دورانية ومن خلال معرفة او فهم هذه الحركات من الناحية الميكانيكية فأن ذلك يمكننا من تطوير الانجاز، مع الاخذ بنظر الاعتبار ان هناك خصوصية في التعامل مع قوانين نيوتن في الحركات العامة التي يقوم بها الانسان لأسباب عدة متداخلة منها فلسجية ونفسية فضلاً عن اسباب اخرى تتعلق بطبيعة الجسم البشري.



لدراسة قوانين الحركة الطبيعية ذات العلاقة بميكانيكية الحركات توجه العلماء الى اختبار هذه الكميات لغرض التحليل والاستفادة من نتائج هذا التحليل وتطبيقها على الحركات الرياضية المختلفة. معظم القوانين الميكانيكية الأساسية يمكننا اشتقاق العديد من الكميات الميكانيكية الأخرى منها .



عند دراسة التطبيقات العملية لقوانين الحركة المعروفة لابد من التطرف الى ماهية هذه القوانين ليتسنى لنا معرفة تطبيقاتها في الالعب الرياضية وماهي التدريبات العملية التي تتفق مع هذه القوانين من اجل الاستفادة منها في التقدم العلمي والعمللي للمستوى الرياضي للاعبين ولمختلف الالعب الرياضية

قانون القصور الذاتي

قانون القوة والتعجيل

قانون الفعل ورد الفعل



?????? ?????? ??????.avi

القانون الاول قانون القصور الذاتي (inertia):

كل جسم يحاول الاستمرار في سكونه او حركته ما لم تؤثر فيه قوة اخرى لتغير حالته

An object at rest stays at rest



An object acted upon by a balanced force stays at rest



An object acted upon by an unbalanced force changes speed and direction



An object at rest stays at rest



An object acted upon by an unbalanced force changes speed and direction



An object in motion stays in motion



An object acted upon by an unbalanced force changes speed and direction

يعرف هذا القانون بقانون الاستمرارية وأصل المصطلح يعني الكسل او الخمول وهو من اللغة اللاتينية، وهو صفة موجودة في كل الاجسام الحية او غير الحية.

فالقصور الذاتي : وهي مقاومة الجسم للحركة في خط مستقيم ، وكتلة الجسم هي مقياس قصوره الذاتي ووحدة القياس هي كغم .

أن مفهوم القصور الذاتي : " هو خاصية الأجسام المادية ، التي تظهر في التغير التدريجي لسرعتها بمرور الزمن ، عندما تؤثر عليها قوة " أي بمعنى ارتباط كتلة الجسم بسرعه أو سكونه اذن القصور الذاتي = الكتلة



من هذا القانون نستنتج ان أي محاولة احتفاظ الجسم بحالته التي هو عليها من سكون او حركة تتناسب طردياً مع كتلته (كمية القوة المقاومة للجسم) وان تغير الحركة هذا تحت تأثير القوى المحركة ، اي أن القوة هي سبب التغير في الحركة .

ومثال على ذلك في الفعاليات الرياضية / ان العداء في سباق 100 متر يستمر في ركضه الا اذا كانت هناك قوة توقفه او تقلل من سرعته حيث يصعب عليه التوقف فجئ , وكذلك فان القفز لمسافة بعيدة يتطلب من الرياضي الركضة من مسافة وبسرعة معينة لتحقيق تلك القفزة اي هناك قوة لتغيير حالة الجسم الحركية . ان جسم الرياضي او الاداة التي يستخدمها تحاول الاستمرار في حالتها من السكون او الحركة الا اذا حدث تاثير من قوة خارجية تتغلب على قصورها الذاتي , ان التعامل في قانون نيوتن الاول يكون من خلال حالتين هما (السكون او الحركة) ففي الحالة الاولى السكون فان محصلة القوة المؤثرة على الجسم يجب ان تساوي صفر , وفي حالة عدم تساوي او تعادل هذه القوى فيتحول الجسم الى حالة الحركة وهذا ينطبق على الحركة الخطية والدائرية .



العوامل المؤثرة على القصور الذاتي

نستنتج من هذا القانون أن أي محاولة يقوم بها الجسم للاحتفاظ بسكونه أو حركته تتناسب طرديا مع عدة عوامل هي :

1- **كتلة الجسم:** أن الزيادة في الكتلة تعني زيادة في القصور الذاتي اي ان العلاقة بين كتلة الجسم والقصور الذاتي علاقة طردية، من هنا جاء التقسم الفعاليات الرياضية مثل رفع الاثقال والمصارعة والملاكمة وغيرها من الالعاب والفنون القتالية حسب الفئات العمرية



ففي الجمناستك يكون هدف القوة باتجاه التغلب على وزن جسم اللاعب من هنا فان لاعبي الجمناستك من الضروري جدا ان يستمروا بالمحافظة على عدم زيادة كتلتهم مع العمل على تطوير القوة باتجاه التغلب على وزنهم او القصور الذاتي لأجسامهم. وفي فعاليات المصارعة والملاكمة نلاحظ ان كتلة اللاعب مهمه جدا في التأثير على الخصم كما في فعاليات المصارعة والملاكمة وهكذا للفعاليات الرياضية الاخرى



وعلى هذا الأساس تم تقسيم اللاعبين في المصارعة الى أصناف وفق كتلهم في السباقات وكذلك الحال في الالعاب القتالية ورفع الاثقال ايضا؟ فسري لماذا

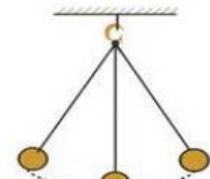
ج/ تلعب الكتلة دورا حاسماً في كل الفعاليات الرياضية لان بعض الألعاب تحتاج الى ان يمتلك اللاعب قصور ذاتي كبير ، أذ لا يمكن أن يتصارع مصارع كتلته (200 كغم) مع مصارع كتلته (100 كغم) وذلك لان صاحب الكتلة الأكبر سيكون سهل جدا عليه تغيير حركة اللاعب ذو الكتلة الأقل ، وذلك لان القصور الذاتي للمصارع ذا الكتل الأكبر سيكون اكبر بكثير من المصارع الأقل كتلة وبالتالي سيكون صعب جدا على المصارع الأقل كتلة من تغيير حالة الحركة للمصارع الأكبر كتلة ، وذلك لامتلاكه اتران وثبات عاليين لان الكتلة احد العوامل التي تتناسب طردياً مع الاتزان والثبات والذي يعني احتفاظ الجسم بحاله عالية لقصوره الذاتي .

وتحتاج أيضا بعض الرياضات الى ان يمتلك اللاعب قصور ذاتي قليل في حالات القفز والوثب للتغلب على قوة الجاذبية من اجل تحقيق إنجاز اكبر ، كما هي الحال للاعبي القفز العالي والتصويب عند أداء الحركات القفز عاليا لان هدف القوة باتجاه التغلب على وزن جسم اللاعب من هنا فأن من الضروري جدا ان يستمروا التدريب لتطوير القوة باتجاه التغلب على وزنهم او القصور الذاتي لاجسامهم مع الحفاظ على اتران الجسم.



2- والعامل الثاني المؤثرة على القصور الذاتي هي الحالة الحركية للجسم:
ان الجسم الساكن يحتاج الى قوة أكبر للتغلب على قصوره الذاتي من الجسم المتحرك اي ان تغير الحالة الحركية للجسم المتحرك تكون أسهل من الجسم الساكن، نقصد بتغيير الحالة الحركية هو زيادة السرعة من خلال زيادة مقدار القوة المؤثرة

ومن الممكن ان يكون لدى المدرب الالمام بذلك حيث ان العمل على زيادة السرعة او التغيير في التعجيل اثناء العمل يكون له الاثر الاكبر في احداث التطور البدني المطلوب مع مراعاة المسارات الحركية



وبما ان كتلة الرياضي ثابتة فان تغيير السرعة هو المطلوب كجانب تدريبي.

ويظهر ذلك ايضا في الركلات الثابتة والمتحركة في كرة القدم وكذلك عند حدوث التصادم بين لاعبين أحدهما ثابت والآخر متحرك في الارض او في الهواء اثناء القفز.



العوامل المؤثرة على القصور الذاتي

3- قاعدة الارتكاز واتجاهها وزاوية السقوط : يجب ان يكون التناسب طرديا بين مساحة قاعدة الارتكاز ومقدار القصور الذاتي للجسم , من هنا كان لوقفه البداية في كثير من المهارات الرياضية المختلفة الاثر الاكبر في تحقيق استقرار اكبر لدى الرياضي , فالمصارع يؤكد على الوقفة بقاعدة واسعه للمحافظة على الاستقرار العالي لاسيما اثناء الاشتباك مع الخصم , وكذلك في الملاكمة فان وقفة الاستعداد تكتسب اهمية كبيرة لمنع سقوط بسهولة، ان القاعدة الواسعة والمتوازنة للجسم تمنع خروج مركز ثقله خارج قاعدة الارتكاز وتحددا زاوية سقوطه وهو من العوامل المهمة التي تحدد مقدار القصور الذاتي للأجسام

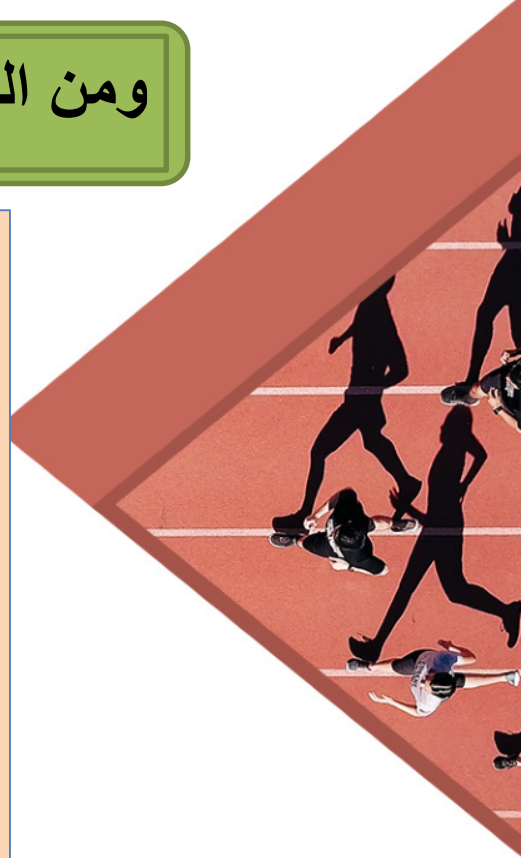
4- ارتفاع مركز ثقل الجسم عن الارض: من العوامل التي تحدد مقدار القصور الذاتي وتكون العلاقة عكسية حيث ان زيادة ارتفاع مركز ثقل الجسم يقلل من قصوره الذاتي وانخفاض مركز الثقل يزيد من القصور الذاتي، نلاحظ ان الاطفال بأعمار صغيرة (4-6) سنوات تكون خطواتهم غير مستقرة بسبب ارتفاع مركز ثقلهم بالنسبة لأطوالهم.



ومن العوامل المؤثرة على القصور الذاتي



5- طبيعة الارض او السطح:
تعد الارض من العوامل المؤثرة في القصور الذاتي للجسم لكي تتغلب على القصور الذاتي لجسم على سطح أملس او صقيل نحتاج قوة اقل مما لو كان السطح خشن او متعرج، ان ذلك يتضح لنا من ممارسة فعاليات رياضية مختلفة على ارضيات مختلفة، مثل لعب كرة القدم على التارتان وعلى العشب او التدريب على الارض رملية او ارض اسفلتية.



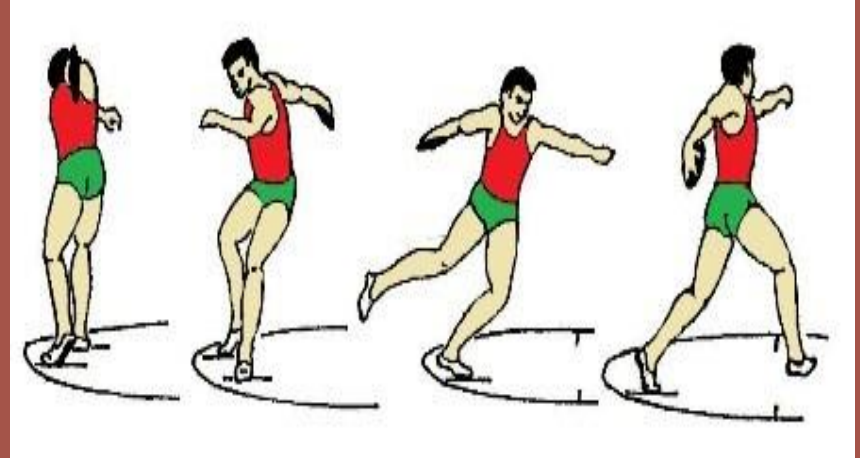
الاسس المتعلقة بقانون القصور الذاتي

1- الربط بين حركات الانتقال والدوران:

يتميز الاداء الناجح في الغالب بالربط الفعال بين الحركات الانتقالية والحركات الدائرية،

مثالها

يتوقف نجاح رمي القرص على اداء عدة حركات، فيقوم اللاعب بتحريك جسمه كله في خط من الخلف الى الامام داخل الدائرة وذلك للتغلب على القصور الذاتي للقرص في هذه الحركة.





❖ استمرارية الحركة : عند اداء الأنشطة

المكونة من حركتين متتاليتين او اكثر في اتجاه واحد يجب ان لا يكون هناك توقف ما بين هذه الحركات , واذا حدث توقف بعد اداء الحركة فسوف يؤدي ذلك الى فقد اداء الحركة الاولى التي تقدمها الحركة الثانية كما ان القوى المؤثرة على الجسم لتحركه في الاتجاه المطلوب سوف تكون ذات تأثير كبير في تزايد سرعة وتغلبه على المقاومة.

مثال : لاعب الجلة الذي يتردد في حركاته داخل الدائرة او اثناء الدفع النهائي سوف يفقد قيمة الحركة وستمراريتها او فأئده القسم التحضيري لها ويطبق هذا المبدأ على السباحة والجري وانشطه الضرب والرمي

❖ تأثير كمية الحركة:

إذا كان هناك جسمان يسيران في نفس السرعة - فالجسم الاثقل كمية حركته أكبر - وكلما زادت كمية الحركة زادت القوة اللازمة لتغيير اتجاه الجسم او سرعته. **مثال:**

عندما يتحرك لاعب كرة القدم بكمية حركه كبيرة فانه سوف يحتاج لقوة كبيرة للعمل على تبديل او تغيير كمية حركته الى الاتجاه الاخر

❖ انتقال كمية الحركة:

ان كمية الحركة التي تنتج من اجزاء الجسم المختلفة من الممكن ان تنتقل الى الجسم كله في حاله اتصال هذا الجسم بالأرض وأطراف الجسم الطويلة الثقيلة ذات السرعة الكبيرة تؤدي الى زيادة كمية الحركة التي تقدمها للجسم كله، وجدير بالذكر ان المبدأ السابق يطبق في جميع مراحل الوثب



تطبيقات قانون نيوتن الاول في الحركات الخطية



و يكون القصور الذاتي معيقا عندما:

- في بعض حالات البداية لبعض المهارات التي تتطلب قوة مميزة بالسرعة وانطلاق سريع
- وفي مرحلة النهاية لبعض المهارات التي تتطلب توقف في الحركة او التوقف مرة واحدة، مثل الهبوط من الأجهزة.
- وهي حالة معيقة للحركة لغرض التوقف عند اداء المهارة.

- يكون القصور الذاتي مفيدا عند تطبيق بعض الحركات
- عندما يحتفظ الجسم باتزان عالي في إثناء الأداء على بعض الأجهزة .
- عندما يكون المطلوب استمرار حركة الجسم في بعض المهارات .
- على المدرب ان يضع بنظر الاعتبار عند تعليمه الحركات او تدريبها لاعبيه هذا المبدأ المهم والاستفادة منه .

قانون نيوتن الأول بالحركات الدورانية (عزم القصور الذاتي)

ينص القانون / ان أي جسم يميل للاستمرار بالدوران بكمية حركة زاوية الا اذا اثر عليه عزم قوة خارجية لامركزية أو زوجين من القوى في نقطة تبعد بمقدار معين عن مركز كتلة الجسم .
القصور الذاتي في الحركات الدورانية (الزاوية) نطلق عليه عزم القصور الذاتي بسبب البعد عن محور الدوران .

بما ان الحركات الدائرية لا تحدث الا بوجود محور تحدث عليه عملية الدوران للطرف وان ابتعاد أطراف الحركة عن المركز محكم بأنصاف الاقطار فان عزم القصور الذاتي في الحركات الدائرية يقابل القصور الذاتي في الحركات الخطية أي ان مقاومة الحركة الدائرية لا تتوقف على الكتلة فقط كما هي في الحركات الخطية وانما على بعد الجزء العمودي عن محور الدوران. وعليه فأن عزم القصور الذاتي يتناسب طرديا مع كتلة الجسم ومربع نصف القطر

والقانون هو / عزم القصور الذاتي = الكتلة × (نق 2) أو (مربع الطول) 2

- الطول هنا نعني به طول الجسم او جزء الجسم اي نصف قطر الدوران والذي هو مقياس لمقارنة قصور هذا الجسم حول المحاور المختلفة له .
- الكتلة ومربع نصف القطر كل منهما يتناسب طرديا مع عزم القصور الذاتي وهذا معيق في الكثير من الحركات الرياضية

- جميع حركات الجسم وأجزائه تعتبر حركات دورانية ترتبط بمحاور دوران (مفاصل) وتتوزع كتل أجزاء الجسم حول هذه المحاور ،
- ❖ - عندما يكون مركز الكتلة قريب من محور الدوران فان هذا الجسم يمتلك اقل قيمة لعزم القصور الذاتي .
- ❖ - عندما يبتعد مركز الكتلة اكثر من محور الدوران يزداد العزم بسبب البعد العمودي بين مركز كتلة الجسم ومحور الدوران يزداد العبيئ الناشئ
- ❖ - يزداد العزم بسبب البعد العمودي بين مركز كتلة الجسم ومحور الدوران كما ان سرعة الدوران تزداد بهذا التغيير او تقل.



يزداد عزم القصور الذاتي بزيادة البعد عن محور الدوران مع ثبات الكتلة
ويمكن الاستفادة من ذلك في التدريب من خلال تقليل انصاف الاقطار لزيادة السرعة الزاوية
او زيادة اوزان الاجزاء من خلال استخدام اوزان اضافية، ولا بد من الانتباه الى تأثير القوى
المركزية واللامركزية اثناء حدوث الحركات الدورانية، مع ملاحظة ان جزاء الجسم ترتبط
فيما بينها من خلال مفاصل تتم عليها الحركة

وهذا المبدأ يمكن ان يستخدم كمبدأ تدريبي (من خلال التحكم بأنصاف أقطار أجزاء الجسم (تأثير العزوم) عند
التدريب على تطوير الأداء باستخدام حركات القفزات في العاب القوى والجمناستك وحركات التهديف بالعباب
الكرة والهجوم بالكرة الطائرة.. الخ)

مثال تطبيقي / سهولة رفع الرجل وهي مثنية عن رفعها وهي في حالة مد.؟ فسري ذلك
رفع الرجل وهي مثنية اسهل بسبب البعد والقرب عن محور الدوران (مفصل الورك) وتأثير ذلك على زيادة
عزم القصور الذاتي والجذب الأرضي على نقاط الجسم في حالة المد وتقليله في حالة ثني الرجل وهذا يفسر
سهولة رفعها عند الثني بسبب تقليل القصور الذاتي المعيق للحركة .)

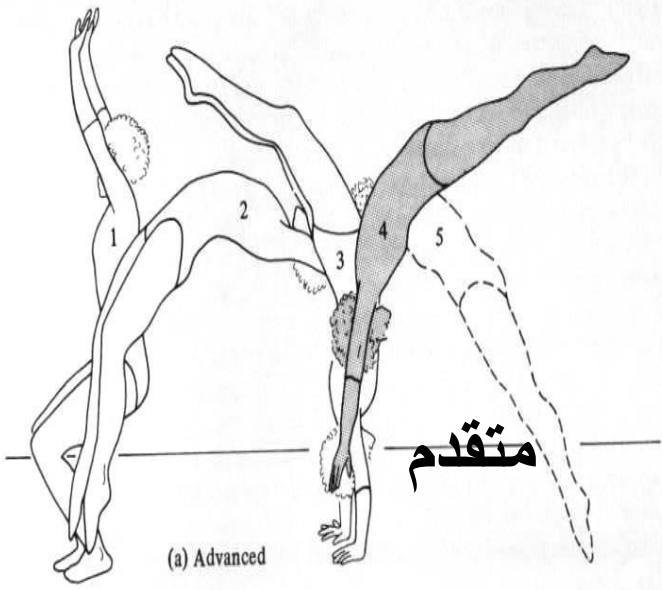
- ايضاً تعمل لاعبة الجمباز على تقريب اجزاء الجسم عن محور الدوران لزيادة سرعة الدوران الزاوية
وتقليل عزم القصور المؤثر وفرد الذراعين الى الجانب في حالة تقليل السرعة او التوقف .

كمية الحركة الزاوية.

ان عزم القصور الذاتي هو العامل الرئيس في الحركة الدورانية، والكتلة هنا لها نفس التأثير في الحركة الخطية وان سرعة الدوران او التعجيل الزاوي تحدد من خلال كتلة الجسم وبالتالي تتحدد قيمة الزخم الزاوي او كمية الحركة الزاوية.
من خلال القانون الآتي:-

الزخم الزاوي = عزم القصور الذاتي \times السرعة الزاوية

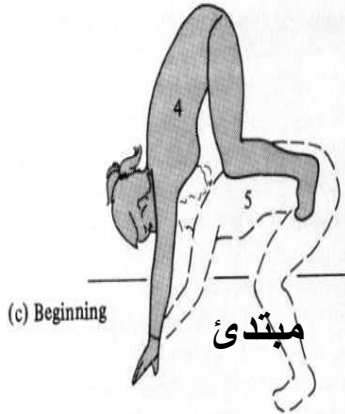
ان المبدأ السابق من الممكن ان يدخل في تحديد شكل الاداء المهاري الجيد للاعب متقدم والاداء للاعب مبتدئ عند أداء نفس المهارة ويظهر لدينا ذلك من خلال المسار الحركي الظاهري للمهارة) لاحظ الشكل



(a) Advanced



(b) Intermediate



(c) Beginning

مبتدئ

الشكل ادناه يبين أيضا التغير في عزم القصور الذاتي للجسم بسبب البعد العمودي بين مركز كتلة الجسم ومحور الدوران ونتيجة ذلك يتغير الزخم الزاوي .

تغير الزخم الزاوي : بتغير عزم القصور الذاتي للجسم وتغير سرعته الزاوية

ماذا يعني تغير الزخم الزاوي وكيف
يمكن ان نفسر الاداء المثالي من خلاله

تغير الزخم الزاوي اثناء اداء القلبة الهوائية



الزخم الزاوي = 2700



الزخم الزاوي = 2700



الزخم الزاوي = 2700

النهوض ع ق ذ
١٥ كغم.م ٢
س ز = ١٨٠ د/ث

الطيران ع ق ذ
٣,٦ كغم.م ٢
س ز = ٧٥٠ د/ث

الهبوط ع ق ذ
١٥ كغم.م ٢
س ز = ١٨٠ د/ث

كيف يمكن الاستفادة من قانون القصور الذاتي في مجال التدريب

يمكن ان يستخدم قانون عزم القصور الذاتي في تطوير الحركات والمهارات الرياضية وبدالاته الرياضية :

$$\text{عزم القصور الذاتي} = \text{الكتلة} \times \text{نق} 2$$

أي إن (ع ق ص) يتناسب طردياً مع كتلة الجسم ومربع طولها ، وان الكتلة تتناسب عكسياً مع مربع الطول (نصف القطر)

- مثلاً في تدريب القوة يمكن ان تكون كتلة الجسم او جزء الجسم تمثل مقاومة لحركة ذلك الجسم بحكم ارتباطها بقوة جذب الارض والتي تؤثر دائماً باتجاه الارض ، لهذا فإن حركة هذه الكتلة ضد الجاذبية تعني ان الجسم يقاوم هذه الجاذبية ، وتقوم العضلات بتنفيذ العمل ضد هذه المقاومة ووفقاً لخصوصية جسم الانسان ، ولما كانت كتلة الجسم أو اي جزء من اجزائه تقريباً ثابتة لا يمكن تغييرها ، لذا يمكن زيادة قيمة المقاومة التمثله بعزم القصور

الذاتي من خلال اتجاهين هما - زيادة طول الجسم = زيادة كتلته

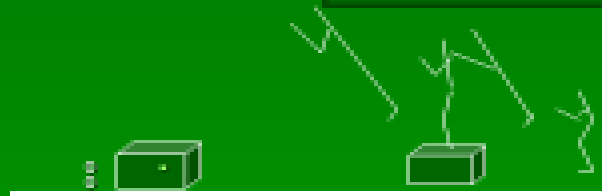
وقد نسال كيف يمكن استغلال التحكم بهذه الأطوال كمقاومة لتطوير الاداء المهاري ؟

يمكن التحكم باطوال الجسم واستغلالها لتطوير الاداء المهاري ، وذلك من خلال استغلال هذه الأطوال كمقاومة لحركتها (حيث يمثل الزيادة في طول هذه الاجزاء زيادة في عزوم قصورها) من خلال التأكيد على اتخاذ الزوايا المناسبة والتي تعطي اقتصادية عالية في الاداء اذ نستطيع من خلال التحكم بزوايا المفاصل العاملة التحكم بأطوال اجزاء الجسم دون أي تناقص في كتلة هذه الاجزاء ، وبالتالي يكون التعامل بحركة هذه الاجزاء من خلال تطوير القوة لإمكانية إحداث هذه الحركة . ولنعطي مثال تدريبي على ذلك

يمكن اداء حركات القفز على الاجهزة مثل الحواجز او المساطب بحيث يكون الجسم ممدواً عند اجتياز هذه الحواجز او المساطب ، وذلك يشكل مقاومة حقيقية لعضلات الجسم العاملة في هذه الحركات وهو مايسمى التدريب وفق العزوم
لاحظ الشكل ادناه.



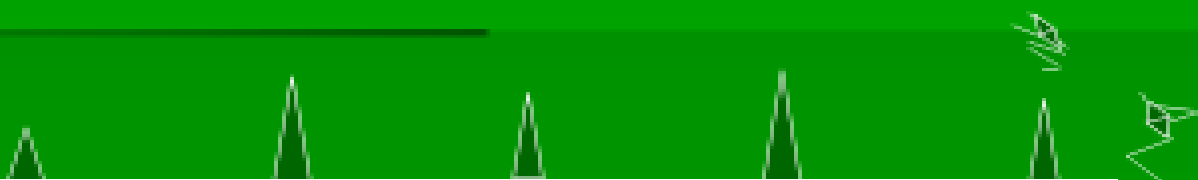
نماذج من تطبيقات التدريب وفق عزوم القصور الذاتي



تمارين المساطب بالتحكم بأنصاف اقطار الجسم



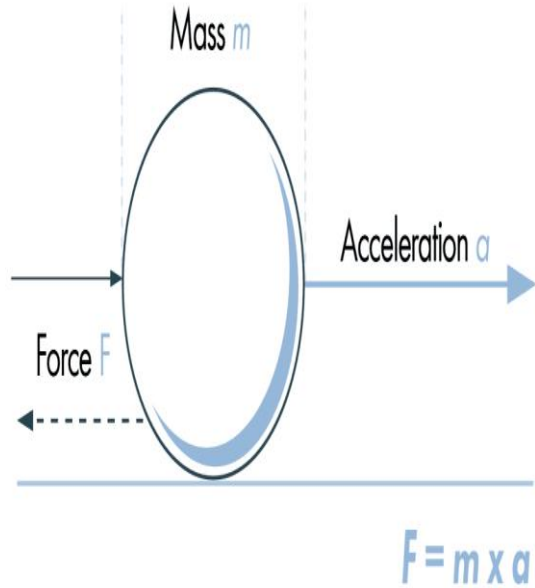
تمارين القفز بين الحواجز بالتحكم بأنصاف اقطار الجسم



تمارين القفز بين الحواجز بالتحكم بكتلة الجسم وأنصاف اقطاره

كيف يمكن استغلال تأثير التحكم باطوال الجسم وكتلته في تطبيق بعض التدرجات التي تهدف الى تطوير قوة القفز وتطوير الاداء المهاري .

قانون نيوتن الثاني (التعجيل والتسارع) (القانون الذهبي)



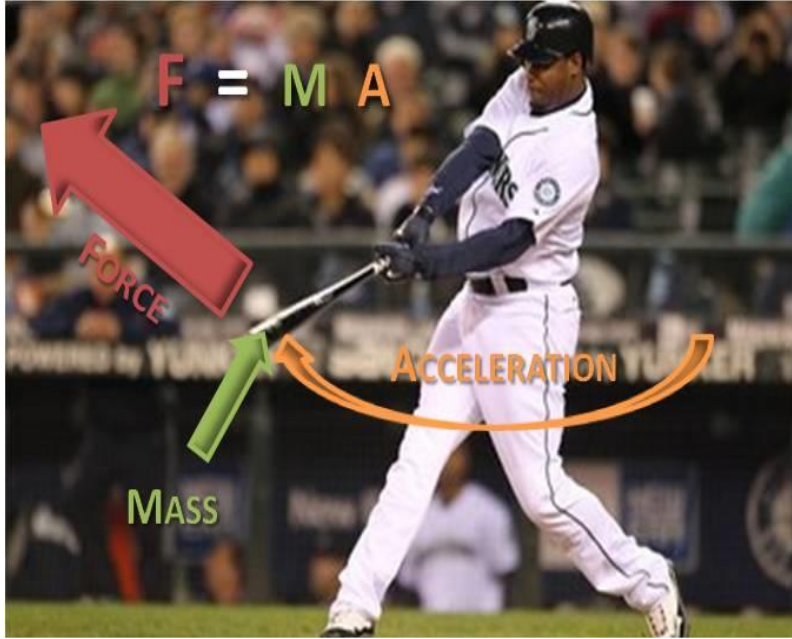
تعد القوة العامل الرئيس لحدوث الحركة وان مقدار الحركة وكميتها متعلق بمقدار القوة المؤثرة وهذا القانون يعد القاعدة الميكانيكية الرئيسة لجميع الحركات يعبر القانون الثاني للحركة عن العلاقات الداخلية بين القوة والكتلة والتعجيل . في الحركات الخطية وينص القانون على :-

يتناسب تعجيل الجسم تناسبا طردياً مع مقدار القوة المؤثرة عليه وتكون الحركة باتجاه القوة،
(في الحركات الخطية) فان قانون التعجيل هو

$$\text{القوة} = \text{الكتلة} \times \text{التعجيل}$$

$$ق = ك \times ج$$

التعجيل ج = س² - س / 1



شكليا تعتبر القوة السبب الرئيسي في أحداث جهد عند الدفع أو السحب أو الرفع وان الحركة عبارة عن ناتج التأثير المتبادل بين القوة الداخلية والقوى الخارجية، وهذا يتحدد من خلال كون القوة الداخلية هي قوة العضلات التي تعمل على انتاج حركة الجسم خلال اداء المهارات الرياضية، ويتناسب التغير في كمية الحركة (الزخم) طردياً مع القوة المؤثرة وهذا هو الاساس في الانجاز الرياضي وتنظيم عمليات التدريب.

من الملاحظ ان كتلة الرياضي تلعب دورا مهما في الاداء الحركي سيما في الفعاليات التي تلعب فيها الكتلة دورا حاسماً في تحقيق الانجاز مثل المصارعة والملاكمة والكثير من الفعاليات الاخرى حتى في الأركاض فإن القوة المنتجة من قبل الرياضي تتناسب طردياً مع مقدار كتلته.

مثال:- احسب مقدار التعجيل الناتج من قوة مقدارها 100 نيوتن على ثقل كتلته 10 كغم؟

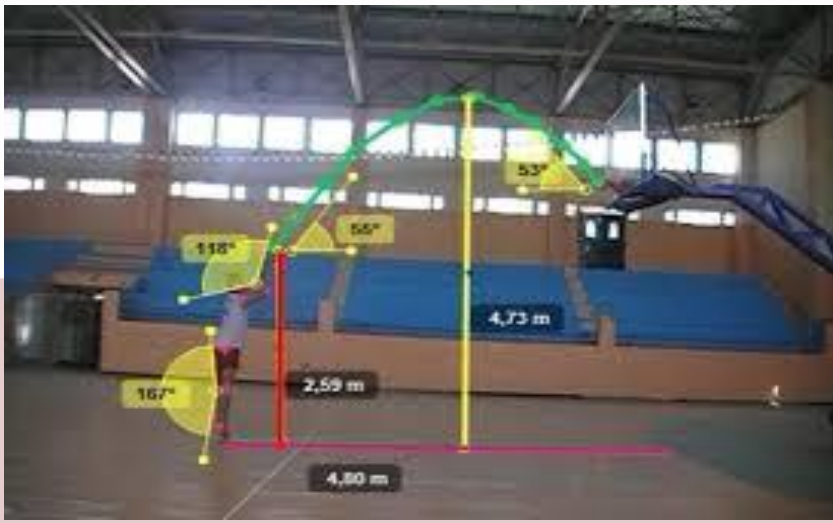
$$\begin{aligned} \text{ج} / \text{ق} &= \text{ك} \times \text{ج} \\ 100 &= 10 \times \text{ج} \\ \text{ج} &= 100 / 10 = 10 \text{ م/ثا}^2 \\ \text{مقدار التعجيل الذي يكتسبه الثقل} \end{aligned}$$

مثال 2 /رامي ثقل يصدر قوة مقدارها 1200 نيوتن بسرعة 6 م/ثا وبزمن 0,5 ثانية ، احسب كتلة الرامي؟ وكم ستكون قوة الرمية اذا زاد التعجيل الى الضعف اوجدني الحل



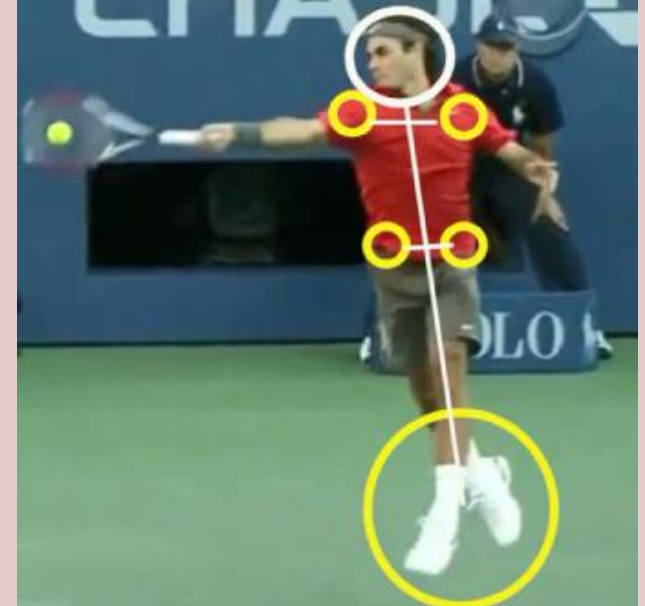
كما يمكن الاستفادة من هذا المبدأ عند رماة الثقل، اذ ان كمية الحركة التي يمتلكها الرامي كبير الكتلة يتحرك بسرعة (4م /ثا) تختلف عن كمية الحركة التي يمتلكها الرامي صغير الكتلة (نصف كتلة الرامي الأول) إذا امتك السرعة نفسها، ومن هذا المنطلق نجد ان طبيعة الفعالية المعنية ومتطلباتها الميكانيكية تحدد مواصفات الشخص المناسب لها وعلى ضوء هذه القوانين الميكانيكية التي تحكمها يمكنه من تحقيق نتائج افضل.






ان الاستخدام الاخر لهذا القانون في المجال الرياضي يتعلق بدقة التهديف من مسافات مختلفة مثلًا في كرة اليد او كرة السلة حيث ان استخدام القوة لكل حالة يختلف عن الحالة الاخرى لإكساب الكرة التعجيل المناسب مع حالة التهديف المطلوبة.

وكمثال لذلك سرعة كرة التنس عند أداء ضربة الإرسال تعكس القوة التي إثر بها المضرب على الكرة اذ تتحرك الكرة في اتجاه تأثير القوة لحظة ضربها، وكذلك حاجة لاعب 100 م الى القوة تكون كبيرة لكي ينطلق بتزايد بالسرعة مقارنة بحاجته لقوة اقل عند إيقاف الجسم في نهاية المسافة، وفي كلا الحالتين يتناسب معدل التغير في السرعة طرديا مع مقدار القوة المبذولة وفي نفس اتجاهها.





وطبقا لرأي نيوتن، فإن القوة هي مقياس لرد الفعل الداخلي للجسم، لذا فإن التغيير في كمية الحركة يرجع الى مقدار كمية رد الفعل الداخلي (ردود أفعال الجهاز العصبي - العضلي المشتركة)، وأن معدل التغير في كمية الحركة يتناسب طرديا مع القوة المنتجة لهذا التغير.

القوة الداخلية هنا هي التي تمثلها قوة الانقباض العضلي أما الجاذبية وقوى الاحتكاك والمقاومات الأخرى فهي قوى خارجية . ويمكن زيادة قدرة الشعور العضلي والنظام العصبي المصاحب لدى اللاعب من خلال تحسين التوافق العصبي العضلي، من خلال التحكم بثلاث متغيرات أساسية هي (القوة - الكتلة - التعجيل) كما يلي:

تطبيق قانون نيوتن الثاني في الحركات الرياضية من خلال التحكم ب
(القوة - الكتلة - التعجيل) كما يلي:

1- اذا كانت الكتلة ثابتة فانه كلما زادت القوة المؤثرة زاد تعجيل الجسم .

$$ق = ك \times ج .$$

وهذا يفسر انه كلما بذل اللاعب قوة اكبر لدفع الاداة زادت سرعة الاداة وقطعت مسافة اكبر الى الامام او الاعلى . كذلك في حركات الدفع والوثب والتهديف والمناولة بكرة القدم واليد والسلة ومهارات الطائرة والعب المضرب والعب الرمي... الخ , من الالعب الاخرى .

هذه المبادئ الميكانيكية تعد مبادئ اساسية في التدريب ممكن ان تصاحبها التغذية الراجعة على شكل معلومات ميكانيكية ذات علاقة بالكتلة والتعجيل والقوة التي تستخدم في رياضة متعددة

2- يتناسب تعجيل الجسم يناسبا عكسيا مع كتلة الجسم فكلما زادت الكتلة قل تعجيل الجسم

$$ج = ق / ك$$

وهذا فان العلاقة بين الكتلة والتعجيل والقوة تستخدم في مهارات رياضية متعددة(كالتهديف والمناولة في كرة القدم واليد والسلة والطائرة والعب المضرب وفعاليات

الرمي بالساحة والميدان والملاكمة وغيرها من الالعب)

هذه المبادئ الميكانيكية تعد مبادئ اساسية في عملية التعلم والتدريب الرياضي

- 1- بثبات الكتلة (مثل كتلة الكرات او الاثقال او الادوات) يمكن زيادة القوة للحصول على تعجيل عالي ، وهذا ما يخدم الاداء الفني وما يرتبط بهذا الاداء من صفات بدينة اساسية لتطبيقه كالقوة في تدريب وتعليم اللاعبين .
- 2 - بثبات القوة (القوة العضلية المستخدمة في الاداء) وتغير كتل الادوات المستخدمة يعطي ايجابية عالية في تطوير القوة السريعة في الالعاب.

ويمكن التحكم بتعجيل هذه الادوات (مثل استخدام اقصى قوة عضلية لرمي الادوات).



الاسس المتعلقة بقانون نيوتن الثاني

- 1- تزايد السرعة يتناسب طرديا مع القوة المؤثرة
- 2- اقصى تعجيل وكفاءة الحركة
- 3- تأثير قطر الجسم على سرعة الدوران (الزاوي)
- 4- المحافظة على كمية الحركة في حالات المرجحة،
لنحافظ على كمية الحركة اما زيادة (نق) وكتلته، او نقلل
من (نق) ونزيد السرعة وبالتالي تزداد كمية الحركة
- 5- الحركات التي تؤدي دون استناد في الهواء



قانون التعجيل في الحركات الدورانية

ينص على إن العزم المؤثر على جسم ما يتناسب مع التغير في كمية الحركة الزاوية، لذا يكون العزم له مواصفات القوة في تغير كمية الحركة للأجسام الدورانية ، وعندما يرتبط العزم بزمن الفعل المؤثر عند الأداء.

فنطلق عليه عزم دفع القوة الذي يكون السبب في تغير كمية الحركة الزاوية :

دفع القوة = التغير في كمية الحركة (زخم خطي) في الحركات الخطية

عزم دفع القوة = التغير في كمية الحركة الزاوية (زخم زاوي) في الحركات الزاوية

وكمية الحركة الزاوية (الزخم الزاوي) = عزم القصور الذاتي × السرعة الزاوية

وعزم القصور الذاتي = الكتلة × نق²

والسرعة الزاوية = السرعة المحيطية / نق (الطول)

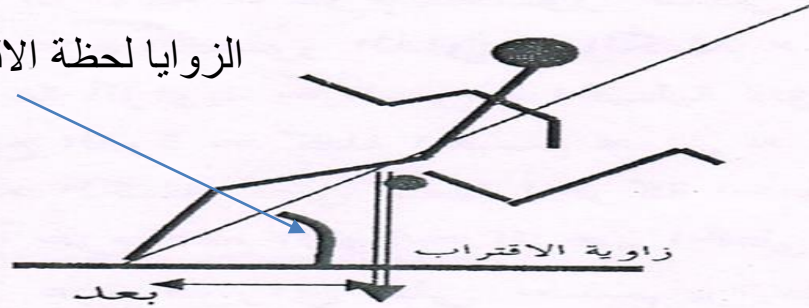
إذاً عزم دفع القوة = كتلة الجسم × نق × السرعة المحيطية

وبما السرعة × الكتلة = كمية الحركة الخطية (زخم خطي)

عزم دفع القوة = الزخم الخطي × نق

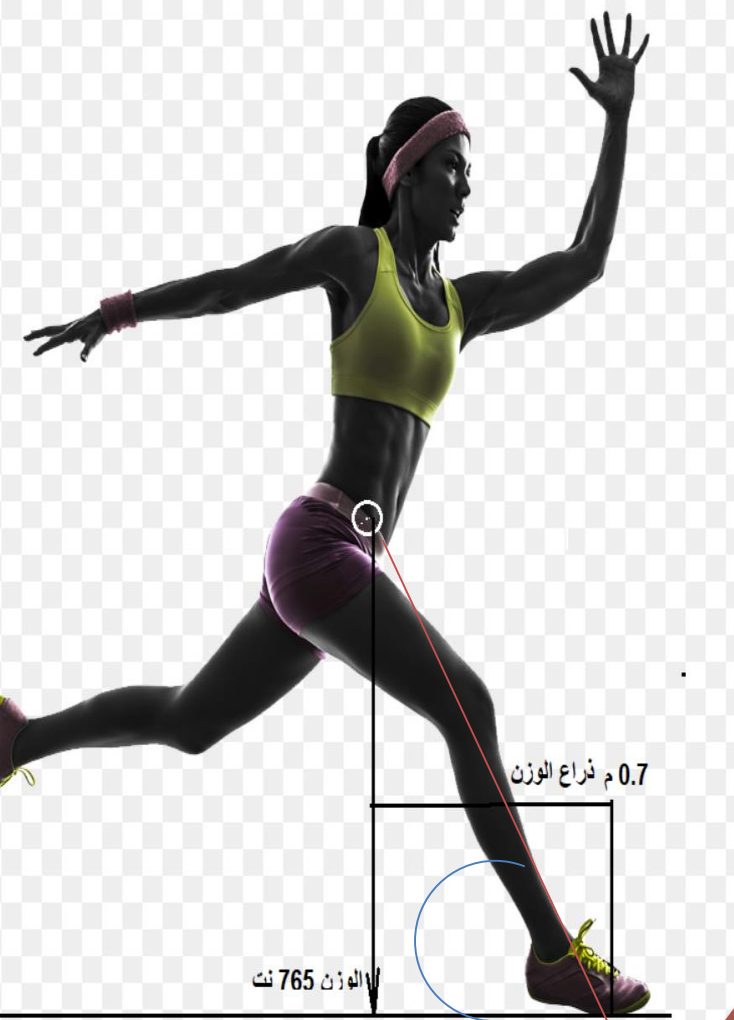
ويزداد عزم دفع القوة بزيادة القوة الداخلية للعضلات العاملة على أجزاء الجسم ويرتبط عزم القوة في التغلب على عزم وزن الجسم (عزم الجاذبية) المصاحب للأداء في كثير من المهارات الرياضية والذي يجب أن يؤخذ بنظر الاعتبار عند تنفيذ هذه الحركات ، وهذا يرتبط بزوايا الدفع والاقتراب وزوايا الطيران والهبوط وما يصاحبها من ارتفاعات لمركز ثقل الجسم ، إن زيادة هذه الزوايا لحظة الاقتراب تعني نقصان البعد ونقصان من عزم الدوران المقاوم (عزم الوزن) وهي حالة إيجابية أي زيادة عزم القوة بزمن قصير والذي يعني زيادة عزم دفع القوة (الدفع الدوراني) كما في الشكل ادناه.

الزوايا لحظة الاقتراب كلما زادت كان افضل



قوة وزن الجسم \times البعد = عزم الوزن

عزم الوزن = عزم دفع القوة عند مراعاة زمن هذا الدفع



ان عزم الجاذبية او عزم الوزن هو عزم مقاوم للجسم عند لحظات الارتكاز للتحضير للقفز او الوثب والذي يرتبط بالوضع الصحيح الذي يتخذه الجسم عند الارتكاز، ويزداد هذا العزم المقاوم والذي يسبب إجهاد وعبء على العضلات العاملة بنقصان زاوية الاقتراب وزوايا اوضاع الفخذ والساق ، وزيادة ميلان الجسم عن خط الجاذبية، ويقاس هذا العزم من ضرب قيمة كتلة الجسم في البعد الافقي بين نقطة الارتكاز(القدم)

ومسقط ثقل الكتلة الوهمي العمودي على الارض(اتجاهه عمودي بحكم الجاذبية) لذا فان زيادة هذا العزم تعني زيادة نسبة احتمال حدوث اصابة في هذه العضلات في هذه اللحظات. وخصوصا في الاربطة المتقاطعة امام الركبة.

عزم الوزن = عزم دفع القوة عند مراعاة زمن هذا الدفع ،
لاحظ الشكل التالي:



إن هذا المبدأ يكون مهما عند تدريب الأداء الفني في لحظات الارتقاء عند لاعبي الكرة الطائرة وعند لحظات الارتقاء للاعبين كرة السلة والوثب العريض..... الخ.

عزم دفع القوة = الزخم الخطي \times نق
الزخم الخطي = ك \times س
اذن عزم دفع القوة = ك \times س \times نق

مثال تطبيقي / ما مقدار البعد عن نقطة الارتكاز اذ علمتي ان عزم دفع القوة 1300 نت .م
للاعب كتلته 75 كغم لحظة النهوض والذي يرتقي بسرعة 22م/ث ؟ وكم سيكون عزم دفع القوة
اذا زاد البعد بمقدار 20سم على ما ذكر أعلاه ؟



شكرا لحسن الاستماع

اي اسئلة

sareehalfadly@gmailcom