المحاضرة الاولى

تطبيقات الكتله في بعض
القوانين الميكانيكية لتطوير
تدريب وتعليم بعض الصفات
البدنية والمهارية

الاستاذ الدكتور صريح عبدالكريم



© جميع الحقوق محفوظة للأكاديمية الرياضية العراقية الالكترونية 2006

- تدخل الكتله في العديد من القوانين الميكانيكية بدءً من كونها تعبر عن مقدار قصور الجسم الذاتي ،، الى علاقتها بقوة الجاذبية والتأثيرات المحتمله في حركة الجسم او جزء الجسم والتي قد تكون ايجابية في حركه هذا الجسم بزيادة هذه كتلته من جهة ، او سلبية بنقصان هذه الكتله من جهة اخرى، أو العكس ، ووفقاً للقانون الميكانيكي التي يحكمها ، فمثلا قانون نيوتن الاول يقول ان زيادة الكتله يزيد من مقدار القصور الذاتي لها ، وا ن هذه الزيادة في القصور الذاتي مطلوبة عند القيام ببعض المهارات الرياضية (مثل المصارع ، او عداء 100 متر ،،، الخ) ولك لارتباط هذه الزيادة أو النقصان بمبدأ الاتزان والثبات المطلوب للمصارع عند تطبيق بعض الحركات ، ولعداء 100 متر للحصول على افضل وضعيه تمكنه من الانطلاق.وعل هذا الاساس سيتم تناول موضوع الكتله كاحد المتغيرات الميكانيكية المهمة التي تدخل في العديد من القوانين الميكانيكية والتي من الممكن اعتبارها مؤشرا لتقويم العملية التدريبية ، وكذلك عند تعليم بعض المهارات الاساسية التي لها علاقة بهذا الموضوع.

الكتله في التدريب والتعلم :

أن قانون عزم القصور الذاتي يمكن ان يستخدم في تطوير الحركات والمهارات الرياضية وبدلالته الرياضية التالية :

عزم القصور الذاتي = الكتله × نق ^{2} أي ان (ع ق ص)

يتناسب طرديا مع كتلة الجسم ومربع طولها ، وان الكتله تتناسب عكسيا مع مربع الطول، وهذه حقائق يشير اليها هذا القانون الرياضي ، السؤال هنا ، هل من الممكن استخدام هذه المؤشرات وفق هذا القانون في تدريب صفة القوة مثلا ، او في تطوير بعض مهارات القفز او الرمي.....

في مجال تدريب القوة مثلا يمكن ان تكون كتلة الجسم او جزء الجسم تمثل مقاومة لحركة ذلك الجسم بحكم ارتباطها بقوة جذب الارض والتي تؤثر دائما باتجاه الارض ، لهذا فان حركة هذه الكتله ضد الجاذبية تعني ان الجسم يقاوم هذه الجاذبية ، وتقوم العضلات بتنفيذ العمل ضد هذه المقاومة ووفقا لخصوصية جسم الانسان ،،، ولما كانت كتلة الجسم أو أي جزء من اجزاءه تقريبا ثابتة لايمكن تغييرها لذا يمكن زيادة قسمة المقاومة المتمثله بعزم القصور الذاتي من خلال اتجاهين هما:

- بزيادة طول الجسم
- بزيادة كتلته

يكون استخدام الاتجاه الاول لتطوير الاداء المهاري ، وذلك من خلال التأكيد على اتخاذ الزوايا المناسبة والتي تعطي اقتصادية عالية في الاداء وما يترتب عليه من اقتصاد في استخدام القوة المناسبة في العضلات العاملة على هذه المفاصل ،،، حيث نستطيع من خلال التحكم بزوايا المفاصل العاملة التحكم باطوال اجزاء الجسم دون اي تناقص في كتلة هذه الاجزاء ، وبالتالي يكون الاتجاه في التعامل بحركة هذه الاجزاء من خلال تطوير القوة لإمكانية احداث هذه الحركة،، فمثلا حركات لاعب الجمناستك (حركات الترك) عند ترك الاجهزة (العقلة او المتوازي او .... الخ)فانه يميل الى الاقلال من انصاف اقطار الجسم لإمكانية تقليل القوى المقاومة لحركته ولاعطاء هذه الحركة انسيابية عالية وجمالية في الاداء ، حيث ان الاقلال هنا يكون على حساب طول الجزء (سواء كان الذراعين او الرجلين او حتى الجذع) وهذا الاقلال سوف يؤثر في متغير اخر هو السرعة الزاوية لهذا الجزء والذي يعطي بمجمله حركة وسرعة انتقالية عالية للجسم ووفقا للقانون التالي :

السرعة الانتقالية = السرعة الزاوية للجسم × طول الجسم

حيث يظهر التناسب العكسي بين طول الجسم وسرعته الزاوية والتي بمجموعها تتناسب عكسيا مع السرعة الانتقالية.

ومن جهة اخرى يمكن ان تكون الزيادة في السرعة الزاوية على حساب نقصان طول الجسم دليلا لزيادة الزخم الزاوي لذلك الجسم اثناء الاداء ، وهذا الاخير يمكن ان يزيد او ينقص من زخم الجسم الكلي اثناء الانتقال (الحركة). حيث ان الزخم الزاوي = عزم القصور الذاتي × السرعة الزاوية

وعلى هذا الاساس يكون مؤشر عزم القصور الذاتي من المؤشرات التي يمكن التأكيد عليها عند تطبيق المهارات المختلفة وعند تدريس هذه الحركات يجب الاخذ بنظر الاعتبار على اتخاذ الزوايا المناسبة والصحيحة والتي تسهل الاداء الحركي وتسهل عملية تعلم هذه الحركات

كحركات لاعب كرة القدم عند تغير الاتجاه في حركات المرواغه وحركات لاعب كرة السلة عند اداء بعض المهارات الهجومية والدفاعية وحركات لاعب كرة اليد وحركات لاعب القفز الطويل والثلاثية والعالي والزانة وحركات لاعبي الرمي بألعاب القوى وحركات لاعب الهوكي ..... الخ).

هذا من جهة التأكيد على تحقيق الاطوال في الجسم او في اجزاء الجسم المختلفة عند اداء الحركات ،، أما كيف يمكن استغلال هذه الاطوال كمقاومة لحركتها (حيث يمثل الزيادة في طول هذه الاجزاء زيادة في عزوم قصورها) فيمكن تطبيق بعض الحركات بزيادة نسبية في زوايا الاداء التي تتحقق في مفاصل الجسم ، ولنعطي مثال تدريبي على ذلك ..

يمكن اداء حركات القفز على الاجهزة مثل الحواجز او المساطب بحيث يكون الجسم ممدودا عند اجتياز هذه الحواجز او المساطب ،، وذلك يشكل مقاومة حقيقية لعضلات الجسم العاملة في هذه الحركات .....

من جهة اخرى ،، وعندما لا يمكننا من استخدام مؤشر الطول ليمثل المقاومة المطلوبة ، فيكون الاتجاه نحو زيادة كتلة هذه الاجزاء لزيادة المقاومة والتي ينتج عنها زيادة في القوة التي تتغلب على هذه المقاومة ،،،، ولنأخذ المثال التالي لذلك



،، عند اداء حركات الضربه الساحقة او الارسال الساحق سواء للاعبي الكرة الطائرة او التنس او حركات التهديف للاعب كرة السلة فاننا لايمكن تغير زاويا الاداء لأجل تصعيب الحركة ،، وإنما يمكننا أن نضيف كتله الى اجزاء الجسم العاملة من اجل زيادة المقاومة والذي يعني زيادة عزوم قصورها ، وهذه الزيادة في العزوم تعني زيادة العبء الملقى على العضلات العاملة والتي يجب ان تتكيف وفقا للزيادة في هذا المتغير ، وبذلك نضمن تطوير القوة في هذه العضلات وفقا لزوايا العمل بالتالي تطوير القوة الخاصة بالأداء.

ان العمل البدني سواء بإضافة الوزن المضاف أو بزيادة طول الجسم (نق) يجب ان يكون وفقا للاسس التدريبية الصحيحة ، ووفقا للحمل التدريبي العلمي، حيث يجب ان نحدد شدة التدريب وحجمه وكثافته ووفقا لنوع الصفة المراد تطويرها ، حيث يمكن ان يكون العمل بهذين المبدأين باتجاه تطوير السرعة والسرعة الزاوية والقوة الانفجارية والسريعة وبهذا تكون شدة التدريب بحدودها الشبه قصوية والقصوية والراحة وفقا لهذه الشدة . اما اذا كان الاتجاه لتطوير تحمل القوة ومطاولة السرعة فتكون الشدة بحدودها الشبه قصوية او الاقل من الشبه القصوية لتطويرها وفقا لمبدأ القصور الذاتي.

ولنأخذ مثالا في تطبيق هذا الموضوع :

من الممكن زيادة كتلة الذراع للاعب القرص او لاعب الكرة الطائرة اثناء اداء الارسال مثلا او لاعب كرة القدم اثناء اداء الرمية الجانبية ..... الخ ،بزيادة نسبة 5 % من كتلة الذراع الكلية والتي تحتسب وفقا لنسب كتل اجزاء الجسم الى كتلته الحقيقية ، فمثلا كتلة الذراع النسبية = 6.5 % من مجموع كتلة الجسم ،،، فإذا كان كتلة الجسم على سبي المثال – 100 كغم فأن كتلة الذراع = 6.5 كغم ، لذا فأن نسبة 5% من كتلة الذراع هذه والتي يمكن اضافتها الى الذراع = 0.325 غم

ويمكن قياس طول الذراع من اجل ايجاد (نق ^{2}) بالطرق المباشرة وغير المباشرة وليكن مثلا 0.8متر وبذلك يمكن ايجاد قيمة عزم القصور الذاتي للذراع والتي تساوي = 0.325 كغم ×(0.8)^2 = 0.208 كغم.م ^{2}

ويمكن ان يكون عزم قصور الذراع في حالته الطبيعية يساوي كتلة الذراع × مربع طولها وتساوي 6.5 ×0.64 =4.16 كغم.م ^{2}

وهذه القيمة تمثل شدة 100 % عند التدريب بدون اضافة وزن لذا فأن شدة 90% من هذه الشدة تساوي 3.744 . ويمكن ان تكون شدة التدريب عند العمل بهذا المبدأ وبعد أضافة وزن معين اكبر ، وبذلك تتحدد على ضؤ ذلك الشدة التدريبية الجديدة ، حيث ان اضافة وزن بمقدار 0.5 كغم يعني ان عزم قصور الذراع الجديد اصبح 4.48 كغم . م ^{2} أي ان 90% من شدة التدريب الجديدة هذه تعادل 4.032 ، ويمكن التدريب على وفق هذه الشدة مع الاخذ بنظر الاعتبار فترة الراحة والتكرار.

وفي حالة جسم الانسان والذي يتكون من اجزاء متعددة ، فأن عزم القصور الذاتي الدائري يقاس بجمع عزم القصور الدوراني لكل النقاط المكونه للجسم ،

ان مبدأ القصور الذاتي له ارتباط بالزخم الزاوي التي يتحقق في الذراع اثناء الاداء ، وبما ان الزخم الزاوي = ع ص ذ × السرعة الزاوية

حيث ان الزخم الزاوي يعني الطاقة التي يكتسبها الجسم جراء حركته الزاوية والتي تتناسب عكسيا مع قصورها الذاتي.

اذناً جميع الحركات التي تم ذكرها سابقا انما تهدف الى تحقيق الزخم الزاوي المطلوب والذي يتناسب مع طبيعة الحركة الزاوية التي تؤدى في جميع اجزاء الجسم وحسب طبيعة الاداء، ويلاحظ ان الكتله تدخل بقياسات الزخم الزاوي ، حيث ان كل جسم يدور حول محور فأنه يمتلك كمية حركة زاوية (زخم زاوي) ويتعلق هذا الزخم بكل من عزم القصور الذاتي والسرعة الزاوية له ، أي يتناسل الزخم الزاوي طرديا مع كل من عزم القصور الذاتي والسرعة الزاوية (وكلما زادت السرعة الزاوية بنقصان عزم القصور الذاتي) يزداد الزخم الزاوي ، والعكس صحيح ، أي كلما يزداد القصور الذاتي بثبات السرعة الزاوية يزداد الزخم الزاوي.

ولنأخذ نفس المثال السابق لرامي القرص والذي تبلغ سرعة ذراعه الزاوية 400 د/ث ، فان الزخم الزاوي له يكون:

الزخم الزاوي = 4.16 كغم.م ^{2} × 400د/ث

=1664 كغم.م ^{2}.د/ث

ماذا يعني لنا هذا القانون عند تدريب الحركات الزاوية وما علاقته بالزخم الخطي والذي قانونه (الزخم الخطي = كتلة الجسم × سرعته الخطية) ، لو رجعنا الى قانون السرعة الخطية (الانتقالية) السابق والذي قانونه (السرعة الخطية = السرعة الزاوية×نق) فان احد نواتج الزخم الزاوي هو (د/ث) والذي يعني لنا سرعة زاوية

لذا فإننا يمكن ان نعيد صياغة قانون الزخم الزاوي كما يلي:

الزخم الزاوي = ك نق ^{2} × سرعة خطية/نق

باعتبار السرعة الخطية = السرعة الزاوية × نق ،

لذا فان القانون الجديد يكون الزخم الزاوي = ك ×نق×س

وبما س × ك = زخم خطي

لذا فان الزخم الزاوي = نق ×الزخم الخطي ،

لذا فان تفسير الناتج من المثال السابق هو انه كلما يزداد الزخم الزاوي فان ذلك يكون سببا كافيا لزيادة الزخم الخطي للجسم اثناء الدوران مع ثبات نسبي في طول ذلك الجسم وهذا ما يحدث لدى متسابقي الرمي بألعاب القوى ، ولاعبي الجمناستك في حركات الانتقال الدورانية ، وحركات لاعبي الكرة الطائرة اثناء اداء بعض الحركات الهجومية وكذلك حركات لاعبي كرة القدم ، وحركات الرجلين اثناء التقدم سواء بالاركاض القصيرة او الحركات السريعة المختلفة لمختلف الالعاب ، وحركات ذراعين السباح اثناء التقدم في الماء ..... الخ.

أما فيما يخص ظاهرة انتقال الزخم بين اجزاء الجسم ومدى تأثير ذلك في ظهور الحركات وانسيابية الاداء بين اقسام الحركة ، فأن المبدأ الذي يجب الانتباه اليه هو ان الكتله الاكبر هي التي يجب ان تتحرك أولا في جميع المهارات سواء كان انتقال الزخم من الجذع الى الاطراف أو العكس ، حيث لايمكن ان نبدأ الحركة بجزء الجسم الاقل كتله من الذراع او الرجل ثم تحريك الجذع ، ويمكن ملاحظة هذه الظاهرة عند اداء الحركات المثالية للمهارات المختلفة لأبطال العالم في جميع الفعاليات الرياضية سواء كانت العاب جمناستك او العاب قوى او العاب منظمة والعاب المضرب أو الالعاب القتالية ، او المصارعه والملاكمة او حركات الركض المختلفة. وتشكل هذه الظاهرة الميكانيكية القاعدة الاساسية في تطبيق الاداء الفني الصحيح للمهارات التي ذكرت اعلاه ، ووفق مبدأ انتقال الزخم بين اجزاء الجسم المختلفة ، والذي يطلق عليه في علم التعلم الحركي ظاهر النقل الحركي ، حيث يمكن اعطاء قيم رقمية لهذا المبدأ وفق القانون الميكانيكي اعلاه وبالتالي يمكن تحويل هذه الظاهرة النوعية الى ظاهرة كمية يمكن تفسيرها وتحليل نتائجها واعتمادها مؤشر من مؤشرات التعلم الحركي ويعكس مدى اتقان اللاعب للمراحل الفنية وانسيابية الاداء بالشكل الفني الصحيح.

ان جميع ما تكلمنا عنه يؤكد حقيقة علمية واحدة ، هي ان ظاهرة انتقال الزخم سواء كان خطي او زاوي او عزوم قصور الجسم والتغلب عليها ، يعني ارتباط تلك المفاهيم بمفهوم القوة الداخلية (العضلية) التي يتميز بها جسم الانسان والتي تسبب حركته ، فلا يغير أي جسم سواء كان لاعب او الاداء من حالته بالحركة او تغيير سرعته ، مالم تؤثر عليه بعض القوى الخارجية والداخلية.

وهذا المفهوم يربطنا بمفهوم التأثير المتبادل بين هذه القوى ، فإذا كانت القوة الداخلية من الكفاءة العالية والقدرة الكبيرة والكافية للتغلب على القوى الخارجية ، فأن المسارات الحركية لمختلف اجزاء الجسم سوف تظهر بمظهر عالي من المثالية والتوافق والتحكم والتي تتعلق بمفهوم ميكانيكي اخر له علاقة بالكتلة والزخم الزاوي والسرعة الزاوية وهو مفهوم الطاقة الحركية الزاوية،

فالطاقة الحركية الزاوية = 1/2ع ص ذ × ك (سرعة زاوية)^2

حيث يمكن من خلال هذا القانون من تحديد شدة التدريب عند القيام بالحركات الزاوية السريعة وكما يلي :

ط ح ز = 1/2ك نق ^{2} × ك س ز^2

والسرعة الزاوية تعني ، مسافة زاوية / زمن

لذا فأن الزمن القصوي الي يستغرق في قطع المسافة الزاوية يعطي دلالة علاى مقدار الطاقة الحركية الزاوية القصوية والتي يمكن ان يتحرك بها اللاعب في الحركات الزاوية(100%) ، وبذلك يمكن ان نحدد شدة التدريب قياسا الى المقدار القصوي للطاقة الحركية الزاوية ، مثلا اذا اريد التدريب بشدة 90 % من الطاقة الحركية الزاوية ، فأن ذلك يعني ان زمن الانجاز في هذا القانون يجب ان يتناسب مع هذه الشدة ، ولناخذ المثال التالي:

يتم قياس كتلة الجسم (ولنفرض كتلة الرجل) قياسا الى كتلة الجسم ، حيث يمثل الوزن النسبي للرجل 18.5 % من مجمل كتلة الجسم الكلية ، ثم يتم قياس طول الرجل لأقرب (سم) ثم نستخرج السرعة الزاوية للرجل من خلال قسمة المدى الزاوي الذي تتحرك به الرجل للتمرين المراد تنفيذه ويقسم على القطاع، ولاستخراج الطاقة الحركية الزاوية القصوية (100%) نستخدم العلاقة السابقه كما يلي:

- كتلة الرجل 12 كغم وبطول 1متر وأفضل زمن لقطع المدى الزاوي البالغ 90˚ هو 0.30 ث ، ما مقدار الطاقة الحركية الزاوية له ، وكيف يمكن تقنين شدة التدريب بـ 90% من هذه الطاقة ؟

الطاقة الحركية الزاوية القصوية 100%= 0.5×12×(1× 90˚ /57.31) ²

0.30

= 164.41 جول

اما اذا اردنا استخدام شدة 90 % فيمكن حسابها كما يلي

0.90×164.41=147.96 جول وهي تمثل 90% من الطاقة الحركية الزاوية القصوية

اذناً الزمن الذي يجب ان تتم به الحركة وفقا لهذه الشدة هو:

147.96 = 0.5×12×[1× 90˚ /57.31] ²

ن

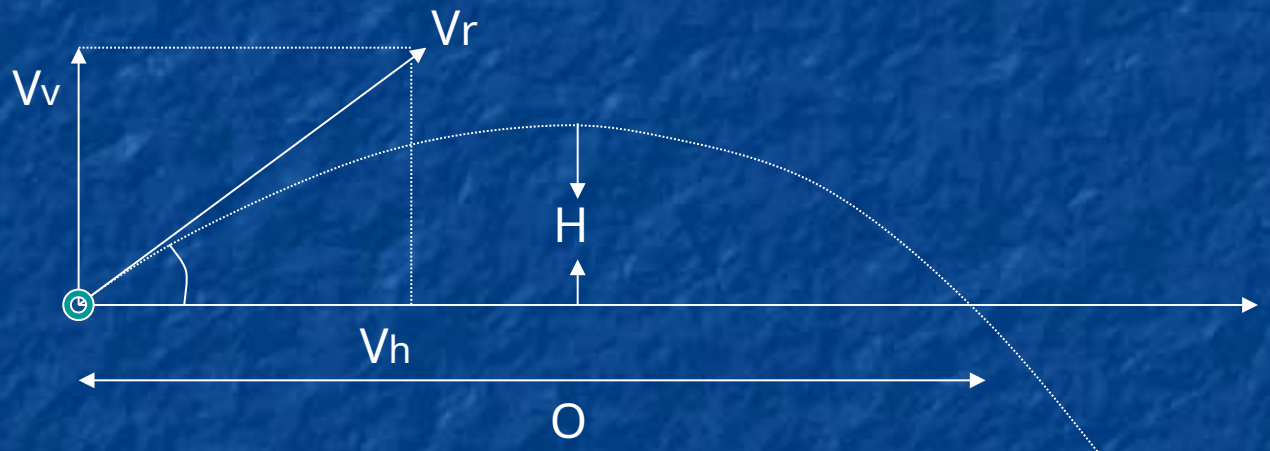
ن = 0.33 ثانية الزمن الذي يناسب 90% من الطاقة الحركية الزاوية

الجاذبية وعلاقتها بالكتلة والوزن :

الجاذبية عبارة عن قوة لها تأثير ثابت وهي مسئوله عن عودة الاجسام (سواء الادوات او جسم الانسان) الى سطح الارض مرة اخرى بعد مرحلة طيران معينه ، وهذا ما ندعوه بقوى جذب الارض ، واتفق الجميع على ان قيمة هذه القوى في مستوى سطح البحر تساوي 9.81 م/ث ^{2} (حيث يساوي كل 1 كغم من الجسم 9.81 نيوتن من جذب الارض) ، وتسمى الجاذبية بوزن الجسم الذي كتلته (ك) ومن الناحية الفيزياويه يعتبر خطأ ان نقول ان هذا الجسم يزن (100 كغم) ،فهذا يعبر عن مقدار كتلته، حيث ان الوزن عبارة عن حاصل ضرب الكتله في التعجيل الارضي .

وتعتمد الجاذبية على بعد كتلة الجسم في الفراغ (بعدها عن مستوى سطح البحر) حيث يمكن ان تشكل هذه الظاهرة فائدة تدريبية لكل من الفعاليات ذات الزمن القصير ، والفعاليات ذات الزمن الطويل.

وتظهر اهمية تأثير الجاذبية الارضية في جميع مسارات الطيران سواء للادوات او لجسم اللاعب ، حيث ان هذه الاجسام لايمكن اتن تستمر في الطيران فيإتجاه خطي ، وتتخذ مسارا منحنيا ويتجه نحو الارض تحت تأثير الجاذبية الارضية ومع ثبات مقدار واتجاه هذا الجذب على مدى مسار الطيران يتخذ المنحني شكل قوس دائرة هندسي


Vr
Vv
H
Vh
O

يمكن حساب ارتفاع المنحني (H)وفق القانون التالي:

الارتفاع = السرعة النهائية ^{2} × جا 2 الزاوية / 2 × الجاذبية

اما المسافة فتساوي مربع السرعة ×جا 2 الزاوية /التعجيل الارضي.

والجاذبية هنا تدخل في اعتبارات القوة المؤثرة على كتلة الجسم ، والتي من الممكن استغلالها في عملية التدريب حيث يمكن استخدام الادوات المشابهة للادوات الحقيقية او اكبر او اصغر قياسا الى هذا المبدأ الميكانيكي.

ويترك للطالب احتساب الشدة في هذا النوع من التدريبات بعد بناء قيم رقمية لاختبار محدد.