مركز ثقل الجسم وأجزاءه وعلاقته بتقويم الحركات الرياضية والاتزان وعزوم المقاومة والثبات والسقوط والهبوط

المحاضرة (8)

أ.د. صريح الفضلي

آب 2005

تختلف الأجسام من حيث شكلها ومظهرها الخارجي ، وأن كانت متساوية الوزن، ولما كان كل جسم يتكون من عدد كبير من الجزيئات ، تتأثر جميعها بقوة جذب الأرض والذي يكون اتجاهه عادة نحو الأسفل (باتجاه مركز الأرض)، فنجد إن محصلة جميع القوى المؤثرة في مجموع الأجزاء التي يتكون منها الجسم تساوي وزن الجسم .

وإذا أردنا إن نستخرج محصلة هذه القوى المؤثرة في الجسم نجدها تتركز في نقطة واحدة من نقاطه تسمى بمركز ثقل الجسم ،أي النقطة التي تتركز فيها قوة جذب الأرض باتجاه مركز الأرض ، وعلى هذا الأساس يمكننا تعريف مركز ثقل الجسم بأنه (النقطة التي يظهر بأن جميع أوزان نقاط الجسم وأجزاءه متركزه فيها) .

ويمكن إن نجد نقطة مركز ثقل الجسم المنتظم بسهوله حيث تكون هذه النقطة في مركزها (كالكرات والأدوات المنتظمة مثل القرص والثقل)، بالإضافة إلى ذلك فأن محاور الحركات التي يدور حولها الجسم والمسطحات التي يدور فيها الجسم تتلاقى في هذا المركز .

أما بالنسبة الى الجسم الغير المنتظم (كجسم الإنسان)فأن طريقة تحديد مركز ثقله يتم من خلال أسس علمية مختلفة (سنأتي على شرح أهمها لاحقا) ، فضلا عن ذلك ، فقد تم تحديد مركز ثقل جسم الإنسان في الوقت الحاضر ، من خلال برنامج حاسوبي ، يغذى بمعلومات وزن الجسم ووزن كل جزء من أجزاءه وبعُد مراكز ثقلها عند المحور السيني والصادي .

جميع حقوق النشر محفوظة للمؤلف وللاكاديمية الرياضية العراقية الالكترونية 2005
www.iraqacad.org

من الدراسات التي اهتمت بتحديد مركز ثقل الجسم دراسة (بروان و فيشر) حيث حددوا ارتفاع مركز ثقل الجسم بـــ (54.8 %) من طول الشخص مقاسا من اســـفل القدم ، مع اختلاف هذه في هذه النسبة بين الرجال والنساء ، حيث إن ارتفاع مركز ثقل الجسم عند الرجال أعلى منه عند النساء ، حيث أشار (كر وســـكي) إلى إن متوســـط ارتفاع مركز الثقل عند الرجال بلغ (56.18 %) بينما بلغ المتوســـط عنـــد النـــساء (55.4%). أما العالم (بالمر) والذي أجرى تجاربه على عينه تكونت من 596 ولداً و576 بنتاً ولمدة طويلة استمرت حتى بلوغهم العشرين سنة ، فوجد بـــشكل عـــام ان ارتفاع مركز ثقل الجسم بصرف النظر عن العمر والجنس يساوي

0.557 من الطول + 1.4 سم مقاساً من اسفل القدم.

إن طبيعة الاختلاف في مركز ثقل الجسم لا يكمن في نوع الجنس فقط بـــل هنـــاك عوامل عديدة تؤثر في ذلك ، فعلى سبيل المثال نجد ان لاعب كرة القدم الـــذي يتميـــز بأرجل ضخمة ينخفض مركز ثقله عن لاعب الجمناستك الذي يتميز بـــضخامة الجـــزء العلوي من جسمهم . وكذلك فقد يكون الاختلاف لنفس الجسم عند اتخـــاذ أوضـــاع مختلفة ، حيث يكون مركز ثقل الجسم أوطأ عند وضع الوقوف والذراعان جانباً منه لـــو كانت الذراعان جانباً.

أهمية مركز ثقل الجسم لدراسة الحركة الرياضية

عند دراسة الحركات الرياضية يتعرض الباحث لصعوبة دراسة جسم اللاعب ككل ، لذلك يجب أن يختار نقطة مادية بحيث تمثل الجسم تمثيلا صادقا ، وذلك لتسهيل تحديـــد خط سير الحركة او سرعة الجسم او تعجيله ، كما تسهل دراسة تأثير القوى عليه.وأنسب نقاط الجسم في هذه الحالة هي نقطة مركز ثقل الجسم.

و عند البحث العلمي في مجال التحليل الحركي (البيوميكانيك الرياضـــي) نجـــد إن هناك مجالين لدراسة الحركات الرياضية ، لكل مجال طرقه وأساليبه الخاصـــة ، وهـــذين المجالين هما :

- **طرق البحث الكينو متوغرافي.**
- **طرق البحث الدينمو غرافي.**

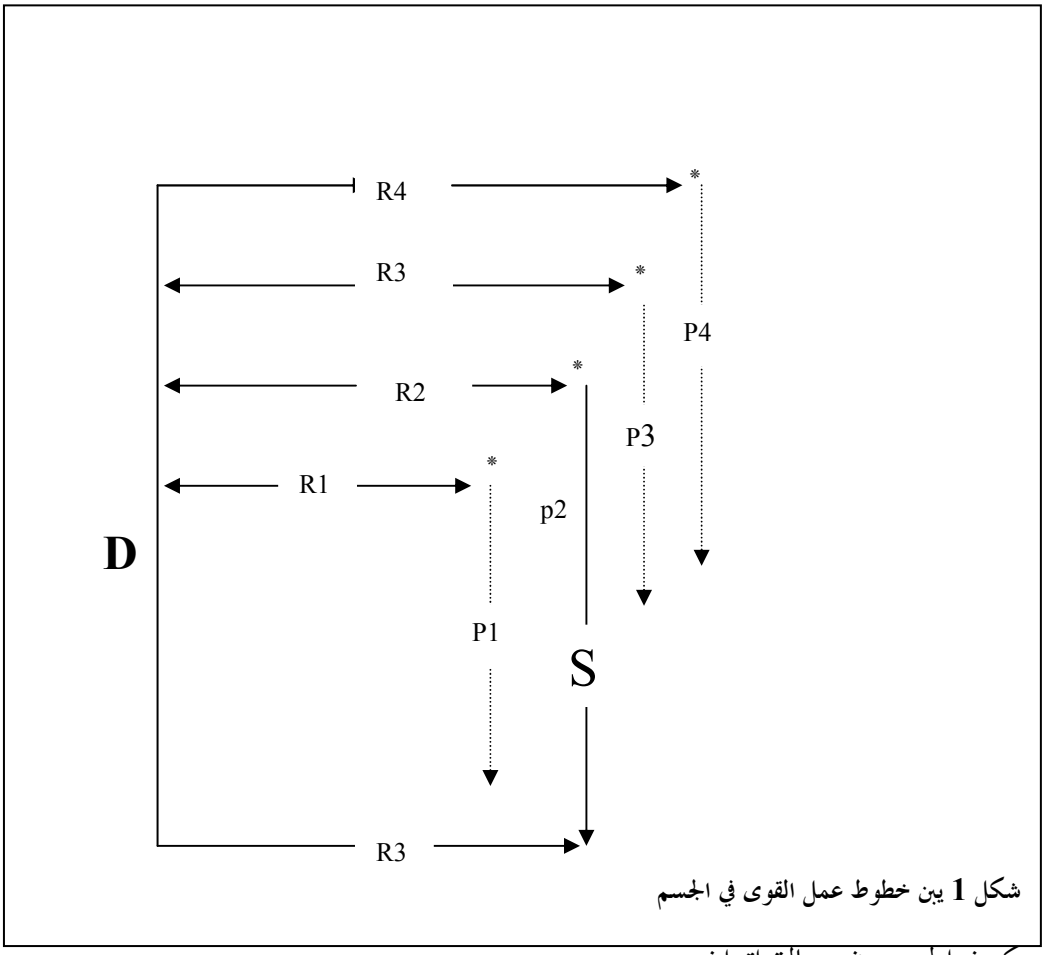
جميع حقوق النشر محفوظة للمؤلف وللاكاديمية الرياضية العراقية الالكترونية 2005
www.iraqacad.org

وفي كلا النوعين يحتاج الباحث لوسائل مساعدة للبحث الحركي والتي تشمل على طرق إيجاد مركز ثقل الجسم في الأوضاع الحركية المختلفة ، سواء بالطرق العلمية أو الطرق التحليلية (النظرية).

وفي الحقيقة يستحيل علينا دراسة الحركات الرياضية او تقييمها ما لم يكن لدينا الطرق الدقيقة لإيجاد مركز ثقل جسم الإنسان الذب يغير من شكله وبالتالي يغير موضع مركز ثقله بالنسبة للجسم في كل وضع جديد له في الفراغ.

إيجاد مركز ثقل الجسم بطريقة التحليل:

اعتمدت أج راءات هذه التجربة على قاعدة مركز القوة وهي حالة خاصة تعتبر فيها أن خطوط عمل القوى متوازية ، وإنها في حالة اتزان (لاحظ الشكل)



شكل 1 بين خطوط عمل القوى في الجسم

يكون الجسم في حالة اتزان

$$S - P1-P2-P3-p4 = 0$$

ويأخذ العزوم لهذه القوى حول المحور **D** :

$$Srs - P_1r_1 - P_2r_2 - P_3r_3 - P_4r_4 = 0$$

جميع حقوق النشر محفوظة للمؤلف وللاكاديمية الرياضية العراقية الالكترونية 2005
www.iraqacad.org

فتكون قيمة القوى P_1 وحتى P_4 مضروبة في الأعمدة (r_1 حتى r_4) الواصلة بينها وبين محور الدوران (**D**) تتساوى مع المحصلة (S) مضروبة في العمود (**rs**)الساقط على محور الدوران ..

وبمعرفة وزن الأجسام الممثلة للقوى يمكننا معرفة القائم s وهو خط الثقل لمجموعة القوى هذه ، ونسبة لان هذه المجموعة في حالة اتزان فأن:

$$rs \quad \frac{P_1r_1 + P_2r_2+P_3r_3+ P_4r_4}{S}$$

أي بعد خط الثقل عن محور الدوران يساوي المجموع الجبري لعزوم هذه القوى مقسوم على محصلة هذه القوى

$$S = P1+P2+P3+p4$$

$$rs = \frac{P_1r_1 + P_2r_2+P_3r_3+ P_4r_4}{P1+P2+P3+p4}$$

ولكتابة هذه المعادلة في صورتها العامة باعتبار أن عدد القوى هو (r)

$$= \frac{\text{مجموع عزوم القوة المكونة للمجموعة}}{\text{مقدار المحصلة}}$$

ونستطيع أن نعتمد على هذه الطريقة في إيجاد مركز ثقل جسم الإنسان وذلك عندما نعرف أوزان أجزاء الجسم ومكان ملاكز الثقل لكل جزء

معلومات تعتمد عليها التجربة

جميع حقوق النشر محفوظة للمؤلف وللاكاديمية الرياضية العراقية الالكترونية 2005
www.iraqacad.org

بدراسة أجزاء جثث الموتى أمكن تحديد أوزانها ومكان نقطة مركز ثقل كل جزء ، وقد تم تعميمها ، وهي موضح في الجدول (1) وفي هذا الجدول يتم توضيح نسبة أوزان أجزاء الجسم منسوبة لوزن الجسم كله وهذه النسب تنطبق على البالغين ذو النمط البدني العادي:

جدول 1 نسبة أوزان أجزاء جسم الإنسان (الوزن الكلي 100 %)

أجزاء الجسم	النسب المئوية	بالتقريب
الرأس	% 7.06	%7
الجذع	%42.70	%43
الفخذ	%11.58	%12
الساق	%5.76	%5
القدم	%1.79	%2
العضد	%3.36	%3
الساعد	%2.28	%2
الكف	%0.84	%1

وفيما يلي طريقة تحديد مكان مركز ثقل الجسم بالنسبة لاجزاء الجسم المختلفة، وتقع نقطة مراكز الثقل على الأجزاء الوحشية لكل محور طولي لكل جزء.

ثم يمكن بعد ذلك تحديد مراكز الثقل على هذه المحاور حسب نسبة محددة ، فعلى سبيل المثال نحدد نقطة مركز ثقل الجذع بالطريقة الآتية:

نصل بين الكتفين ، أي نحدد المحور المار بالكتفين ثم نحدد محور الحوض ، ثم نوصل بين منتصف كل منهما فيكون ذلك هو محور الجذع وهو الخط الذي تقع علية نقطة مركز ثقل الجذع ، أما بالنسبة للرأس فأن مركز ثقله يقع أعلى صيوان الأذن ، إذا كانت الصورة جانبية ، أو أعلى الأنف وبين العينين ، إذا كانت الصورة مواجهه ، والنسب التي يقوم عليها تحديد مكان نقطة مركز ثقل كل جزء على المحاور التي سبق تحديدها هي كما يلي:

جميع حقوق النشر محفوظة للمؤلف وللاكاديمية الرياضية العراقية الالكترونية 2005
www.iraqacad.org

جدول 2 مراكز ثقل أجزاء الجسم المختلفة

أجزاء الجسم	مكان مركز الثقل
الرأس	-أعلى صيوان الآذن أو بين العينين أعلى الأنف
الجذع	-يرسم المحور الواصل بين الكتفين ثم يرسم المحور الأفقي للحوض وينصف كل منهما – نوصل نقطتي المنتصف – يقع مركز ثقل الجذع على بعد 44 % من طول محور المنتصف مقاسه من محور الكتفين للأسفل.
الفخذ	-نصل نقطة مفصل الحوض بمفصل الركبتين تكون نقطة مركز الثقل على بعد 44 % من طول محور الفخذ الطولي مقاسا من الحوض والى اسفل.
الساق	– نصل نقطة مفصل الركبة بنقطة مفصل القدم – تكون نقطة مركز ثقل الساق على بعد 42% من المحور الطولي للساق مقاسه من مفصل الركبه.
القدم	– نصل نقطة مفصل القدم بطرف الأصابع تكون نقطة مركز ثقل القدم على بعد 44% على محور القدم مقاسه من نقطة مفصل القدم.
العضد	– نصل نقطة مفصل الكتف – بنقطة مفصل المرفق – تكون نقطة مركز ثقل العضد على بعد 47 % على محور العضد مقاسه من نقطة مفصل الكتف والى المرفق.
الساعد	– نصل نقطة المرفق بالرسغ – فتكون نقطة مركز الثقل على بعد 47% على محور العضد مقاسه من نقطة الكتف والى الرسغ.
اليد	– تكون نقطة مركز الثقل في منتصف راحة اليد او منتصف ظهر اليد

جميع حقوق النشر محفوظة للمؤلف وللاكاديمية الرياضية العراقية الالكترونية 2005
www.iraqacad.org

تجربة تحديد مركز ثقل الجسم بالطريقة التحليلية

لتحديد مركز ثقل الجسم نتبع الخطوات التالية:

1. تحديد الصورة في الوضع المحدد المراد إيجاد مركز ثقل الجسم فيه.
2. تثبت الصورة على ورقة مربعات بيانية.
3. تحديد مفاصل الجسم بنقط صغيره على الصورة.
4. رسم المحاور الطولية لاجزاء الجسم المختلفة.
5. تحديد نقاط مراكز ثقل أجزاء الجسم حسب الجدول 2 أعلاه.
6. تحديد الإحداثيات البيانية لكل نقاط مراكز ثقل أجزاء الجسم على المحـــورين السيني والصادي.
7. تنقل هذه النتائج الى الجدول 3.
8. من نسبة وزن كل جزء والعمود النازل على كل محور يمكن إيجاد عزوم الوزن (القوة) حول كل من المحور السيني والصادي.
9. تسجل قيمة عزوم نقاط مركز الثقل للأجزاء المختلفة في الجدول.
10. بتطبيق المعادلة التالية

$$\frac{\text{مجموع القوى} \times \text{أبعادها}}{\text{وزن الجسم}}$$

نحصل على إحداثيات مركز الثقل ولتحقيق ذلك نجمع العزوم حول الإحـــداثيات (س) وتقسم على الوزن الكلي للجسم ونستخرج النقطة الأفقية. ثم نجمع العزوم حول الإحداثيات (ص) وتقسم على الوزن الكلي للجسم ونستخرج القوة العمودية.

ونقطة تلاقي هذه الإحداثيات وهي إحداثيات محصلة الأوزان الجزئيـــة للجـــسم تمثـــل إحداثيات مركز ثقل الجسم.

ويمكننا بهذه الطريقة التحليلية أن نوجد وضع مركز ثقل الجـــسم في جميـــع الأوضـــاع الرياضية

جميع حقوق النشر محفوظة للمؤلف وللاكاديمية الرياضية العراقية الالكترونية 2005
www.iraqacad.org

قواعد تقويم الحركات الرياضية

الحركات الرياضية حركات ذات هدف وتؤدي وفق قواعد وأسس ميكانيكية وفسيولوجيه ونفسية لذا فأن عملية التقويم اذا ما أخذت في الاعتبار النواحي السابقة تصبح عملية معقدة وخاصة أن هدف الحركة الرياضية كثيرا ما يكون غير كمي ، أي يصعب قياسه او تقنينه.

فكثير من الحركات الرياضية لا يقاس صحة أدائها بالقوة المبذولة او الزمن آو المسافة ، وهي العناصر الكمية التي تمكننا من إطلاق حكم كمي على الحركة ، ولكن نجد العديد من الحركات يكمن واجبها في أسلوب الأداء ومداه وليس العائد من الأداء.

لذا وجب علينا وعلى الباحثين في مجال تقويم الحركة الرياضية أن نصنف الحركات الى مجموعات ، كل مجموعة يمكن تقويمها وفق مبادئ وطرق علميه واضحة أخذه في الاعتبار الواجب الحركي الذي من اجله تؤدى الحركة.

والحركات الرياضية يمكن إن تقوم وفق القواعد الآتية

أولا: قاعدة الهدف.

ثانيا : قاعدة الاقتصاد.

ثالثا: قاعدة الاصاله.

قاعدة الهدف:

مما لاشك فيه أن العديد من الحركات الرياضية يكون تقويمها على أساس ما إذا كانت قد حققت أدائها أم لا ، وذلك بأن يطلق الحكم على نتائج الأداء وليس أسلوب الأداء نفسه.

وتقييم هدف الحركة أم أن يكون قياسيا أو اعتباريا ، ولكنه من المألوف عند تقديم هدف الحركة أن نتبع الأسلوب القياسي ، أي اتخاذ الزمن او المسافة او الوزن كعنصر للمقارنه.

فعلى سبيل المثال يتخذ الزمن كعنصر للتقويم في جميع الحركات التي يكون هدفها تسجيل اقل زمن ممكن ، كما هو الحال في مسابقات الاركاض والماراثون والدرجات والتجديف والسباحة ..... الخ.

جميع حقوق النشر محفوظة للمؤلف وللاكاديمية الرياضية العراقية الالكترونية 2005
www.iraqacad.org

وهنا يحكم على حركة اللاعب بمقدار ما حقق من زمن منسوبا الى افضل أداء ، وقد يقاس هدف الحركة بمسافة سواء كانت المسافة يقطعها جسم اللاعب ككل أو في مسافة تقطعها أداة قام اللاعب برميها او دفعها ، مثال : الوثب العالي القفز بالزانة _ رمي الرمح – رمي المطرقة – دفع الثقل..... الخ.

أما الحركات التي تقوم بمقدار المسافة التي تقطعها الأداة مثل رمي الرمح – دفع الثقل – رمي المطرقة.. الخ.

وقد يتخذ الوزن عنصر لتقويم هدف الحركة وذلك في رفع الأثقال بحيث يحكم على الحركة بمقدار الوزن الذي يتمكن اللاعب من رفعه.

مما سبق نرى أن قاعدة الهدف تقوم على أساس التقويم والقياس لنتائج الحركة ، وفي الحركات المركبة او ذات المستوى المرتفع قد يقوم بتقويمه على أساس قياس مدى النجاح لكل مرحلة من مراحل الحركة في إنجاز واجبها.

قاعدة الاقتصاد في الجهد:

وتعني البحث عن الأداء الأمثل وبأقل جهد ممكن ، فمكن المعروف إن العديد من الحركات يمكن أدائها بأكثر من طريقة ، فأذا حاولنا تطبيق الاقتصاد بالجهد فهذا يعني استخدام عزوم القوة المناسبة بما يتناسب واطوال أجزاء الجسم ، للتغلب على عزوم المقاومة المتمثلة بأطوال هذه الأجزاء أو عند تطبيق بعض حركات الجمناستك أو حركات القفز في العاب القوى ، وهذه القاعدة تنص على مبدأ عزوم قصور الجسم الذاتية، ومما لاشك فيه ان الحركة الاقتصادية تعني إن القوة والطاقة المبذولة قد استغلت بأقصى ما يمكن ، أي انه لا يوجد فاقد من القوة او الطاقة عن طريق أداء حركات ذات فائدة لا تخدم الواجب الحركي ، وعلى هذا الأساس نرى إن كثير من الحركات الرياضية قد تغير أسلوب أدائها الفني ليحل محله أسلوب أخر اكثر اقتصاديا.

مما سبق نستنتج انه في الإمكان إجراء مقارنه بين لاعبيه او مقارنه أسلوبين لفن أداء حركة معينة – وذلك لمعرفة أيهما اكثر اقتصاديا للجهد.

جميع حقوق النشر محفوظة للمؤلف وللاكاديمية الرياضية العراقية الالكترونية 2005
www.iraqacad.org

قاعدة الأصالة:

كثير من الحركات الرياضية لا يكون تقويمنا لها على أساس قياس نتائج الأداء ، بل على أساس تقييم مستوى الأداء وشكل الحركة كما هو متبع في حركات الجمناستك ..وهنا لاتكون عملية التقويم هي إيجاد وتحديد نتائج الأداء أو اقتصادية الحركة بل أصالة الأداء نفسه. ونقصد بالأصالة هنا ((جمال الحركة)) ومداها والتوافق بين حركات الجسم واجزاء المختلفة وفق نظرية الانسيابية في نقل زخوم الجسمية بالشكل الأمثل.

الثبات والاتزان

الاتزان يعني إن محصلة القوى المؤثرة على الجسم تساوي صفراً ، وهذا يعني إن الجسم يكون ساكنا عندما تكون محصلة القوى التي تؤثر عليه تساوي صفر ، كما يحدث عند لاعبي الجمناستك عند أداء بعض حالات الاتزان الثابت، فضلا عن ذلك ، فأن مفهوم الاتزان للأجسام لا يقتصر أثناء السكون فقط ، بل قد يكون الجسم في حالة حركه متزنة، حيث أن المقصود أن تكون الحركة بسرعة انتقالية مستقيمة أو زاوية ثابتة ، وهذا يمكن حدوثه عندما يكون مجموع القوى المؤثرة فيه ليتحرك حركه انتقالية وكذلك عزوم القوى التي تؤثر فيه ليتحرك حركه زاوية تساوي صفرا ، فالاتزان هنا يكون اتزان متحركاً.

أن تأثير قوة الجاذبية في حالة اتزان اللاعب تختلف من شخص إلى أخر وفقا لطبيعة الحركة التي يؤديها ، فالوقوف بشكل اعتيادي يعطي الشخص مقاومة اكبر للقوة الخارجية قياسا بالمتزحلق على الجليد الذي قد يفقد اتزانه وبالتالي سقوطه على الأرض ، لذا فأن هناك علاقة بين الاتزان ودرجة المقاومة عند تأثير قوة خارجية والتي يطلق عليها **بدرجة الثبات**.وهناك ثلاث أنواع من الاتزان هي : الاتزان الثابت ، والاتزان المتعادل ، والاتزان الغير ثابت.

إن الاتزان الثابت يزداد في الجسم كلما انخفض مركز ثقل هذا الجسم والاحتفاظ به فوق قاعدة الارتكاز ، إذا كان الخط العمودي مارا خلال مركز ثقل الجسم ولا يقاطع

جميع حقوق النشر محفوظة للمؤلف وللاكاديمية الرياضية العراقية الالكترونية 2005
www.iraqacad.org

قاعدة الارتكاز ، فأن العمل الخارجي يرتفع مسببا إدارة مركز الثقل بمستوى طاقة وضع منخفضة (كامنة) وفي هذه الحالة فأن اتزان الجسم يتحقق إذا

عزم القوة ق = عزم الوزن و

ومن العوامل التي تحدد درجة الثبات هي:

- وزن الجسم
- مساحة قاعدة الاستناد
- ارتفاع مركز الثقل للجسم
- زاوية السقوط.

إن التغلب على القصور الذاتي لجسم ما يتوقف على مقدار وزنه ، فكلما كان الوزن كبيرا تتطلب الأمر قدرا كبيرا من القوة للتغلب على قصوره الذاتي ، وعلى هذا الأساس تم تحديد فئات الأوزان لبعض الألعاب .

أما مساحة قاعدة الارتكاز فتتناسب طرديا مع درجة الثبات ، أي كلما كانت مساحة الاستناد كبيرة كلما زاد ثبات الجسم ، وعلى هذا الأساس يتم اتخاذ بعض الأوضاع التحضيرية لبعض الألعاب للبدء بالقسم الرئيسي بالشكل الأمثل. ومساحة قاعدة الاستناد هي المسافة المحصورة بين قدمي اللاعب.

ويكون الجسم عادة في حالة اتزان عندما يكون الخط النازل من مركز ثقل الجسم ضمن قاعدة الاستناد ، ففي حالة تحريك الجسم نتيجة قوة معينة ولازال هذا الخط واقعا ضمن القاعدة فأنه يستمر في اتزانه ، أما إذا خرج عن قاعدة الاستناد فذلك يؤدي الى سقوط الجسم ، ويتعلق هذا بارتفاع مركز ثقل الجسم ،

إن العلاقة بين اتساع مساحة قاعدة الاستناد وارتفاع مركز ثقل الجسم يحدد الزاوية التي يسقط عندها الجسم ، والتي يطلق عليها زاوية السقوط ، فهناك علاقة طردية بين درجة ثبات الجسم ومقدار زاوية السقوط حيث تكون درجة الثبات كبيرة كلما كبرت زاوية السقوط والعكس صحيح .

جميع حقوق النشر محفوظة للمؤلف وللاكاديمية الرياضية العراقية الالكترونية 2005
www.iraqacad.org

وقد تم تصنيف الحركات وفقا لقوانينها إلى تصنيفات كثيرة ، وافضل تصنيف هو التصنيف الخاص بالواجبات الحركية نسبة إلى العضلات العاملة في المهارات الرياضية واحدة من هذه التصنيفات هي:

- حركات واجبها الارتكاز.

واجبات الارتكاز: من أمثلة هذه الواجبات الوقوف ، الجلوس ،.....الخ ، أو مثل الحركات التي يكون فيها وضع الرأس للأسفل (جمناستك) وتكون هذه الواجبات الحركية خاضعة لنفس القوانين الميكانيكية.

واجب هذه الحركات المحافظة على مركز ثقل الجسم على قاعدة الارتكاز سواء أثناء السكون (توازن ثابت) أو أثناء الحركة (توازن متحرك) وعندما يكون الجسم غير متزن فان اللاعب سيبذل طاقة كبيرة للسيطرة والتغلب على عدم الاتزان ، لذلك يجب إن يكون هناك علاقة متبادلة بين الوضع الجيد للجسم والأداء.

أما العوامل الميكانيكية التي تؤثر في واجبات الارتكاز هي نفس العوامل التي تحدد درجة الثبات وهي:

1. **مساحة قاعدة الارتكاز.**
2. **ارتفاع مركز ثقل الجسم.**
3. **زاوية السقوط.**
4. **وزن الجسم.**

وتعد هذه العوامل من الشروط الأساسية في حدوث الاتزان والتغلب على عزوم القوى (الدوران) التي تحدث في الجسم والتي قد تكون في بعض الأحيان عزوم مطلوبة لحركة الجسم أو عزوم معبقة للحركة.

- **الاتزان الثابت** ، عندما يكون مركز ثقل الجسم داخل قاعدة الاستناد كما في حالة الوقوف باستقامة (مثل وضع التهيؤ للرمي ، وضع الاستعداد لاستقبال الكرة الطائرة، وضع الاستعداد لحامي الهدف...الخ)

جميع حقوق النشر محفوظة للمؤلف وللاكاديمية الرياضية العراقية الالكترونية 2005
www.iraqacad.org

- **الاتزان المتحرك(الديناميكي)** ، يكون عندما ينتقل مركز ثقل الجسم خارج قاعدة الارتكاز ويرجع إلى القاعدة وبشكل مستمر كما هو الحال، في المشي والركض، ويتطلب الاتزان الديناميكي التعديل المستمر لمركز ثقل الجسم عندما يكون هناك خروج عن قاعدة الاستناد وهذا يتطلب ان تكون عزوم القوة المبذولة في العضلات لحظات ارتكاز الخلفي والأمامي تساوي عزم الوزن في نفس هذه اللحظات لكي يحصل التوازن الديناميكي.
- يزداد الاتزان الثابت كلما اقترب مركز ثقل الجسم من قاعدة الارتكاز ، وذلك لان مقاومة الجسم للعزوم الخارجية تكون كبيرة(القوى التي تحاول إن تؤثر على الجسم بنقطة خارج مركز ثقل الجسم (المصارع ، لاعب كرة السلة ...الخ)
- إن اتساع قاعدة الاستناد تساعد في حصول الاتزان كما في حركات الطعن بالمبارزة، حيث كلما كانت مساحة الاستناد واسعة كانت القدرة على حفظ التوازن اسهل.
- وزن الجسم يساعد في الحصول على الاتزان ، حيث إن اللاعب الذي يتميز بوزن كبير يكون اكثر اتزان وسيطرة على خصومة

أمثلة – المتزلج الذي يتركز وزنة في أعلى الجسم يمكن إن يكون عرضة لفقدان الاتزان لذا يجب إن يثني هذا اللاعب مفاصل أجزاء جسمة لكي يعمل على خفض مركز ثقل جسمة ويزيد من اتزانه.

لاعبوا ألاركاض يجب إن يكون مركز ثقل أجسامهم قريبا من قاعدة لارتكاز للمحافظة على الاتزان ، حيث تتطلب حركات الركض اتزان حركي (ديناميكي). ولكن ذلك غير مفيد للاعب الوثب العالي الذي يجب إن يكون مركز ثقل جسمة في أعلى نقطة عند الارتقاء ، وهكذا.

إن مبادئ سقوط الجسم ومبادئ هبوط الجسم ترتبط بهذا المبدأ وهو وضع مركز ثقل الجسم داخل قاعدة الاستناد ، ففي حالة سقوط الجسم فأن ذلك يعني خروجا لمركز ثقل الجسم عن قاعدة الاستناد. أما حالة الهبوط في ذلك يعني إمكانية اللاعب في وضع مركز ثقل جسمة داخل قاعدة الاستناد بعد هبوطه من أداء القفزات او الهبوط من ألا جهزه.

جميع حقوق النشر محفوظة للمؤلف وللاكاديمية الرياضية العراقية الالكترونية 2005
www.iraqacad.org