المحاضرة السادسة

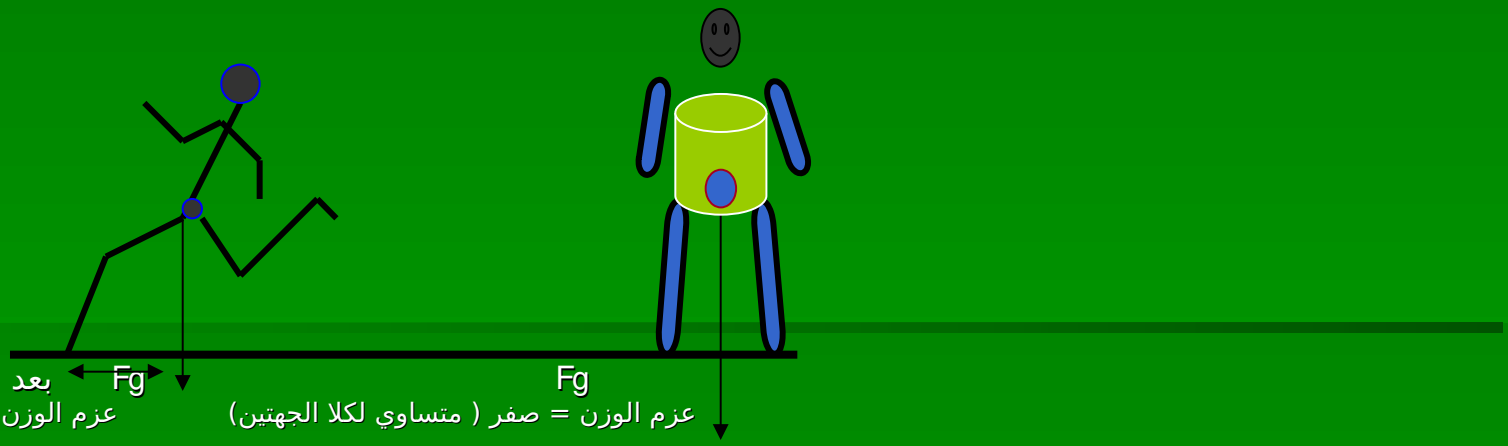
الجاذبية والقوة والتحمل وأرتباطهما بالبيوميكانيك

الاستاذ الدكتور صريح عبدالكريم

© جميع الحقوق محفوظة للأكاديمية الرياضية العراقية الالكترونية 2006

- الجاذبية عن قوة صغيرة في الكون كبيرة في الأرض وهي عبارة عن قوة لها تأثير ثابت وهي المسئولة عن عودة الوثب العالي أو الثقل أو القرص أو الكرة أو لاعب الجمناستك أو اللاعب الذي يقوم بالتهديف أو أي حركة تهدف إلى تحقيق مسار طيران لمركز ثقل الجسم، سواء كان هذا المسار طويل أو قصير، عمودي أو أفقي، (كحركات الركض أو القفز بالزانة مثلا) إلى الأرض مرة أخرى بعد مرحلة طيران، حيث يتم جذب الأجسام في اتجاه سطح الأرض، وهذا ما يدعوا إلى أن نسميها قوى جذب الأرض. وقوة الجذب (FG) تحسب من ضرب كتلة الجسم في التعجيل الأرضي.
- FG = m g
- وقد اتفق أن تكون قيمة هذه العملية في مستوى سطح البحر 9.80 م/ ث2 لكل1 كغم من الكتلة. وتسمى قوة الجاذبية ((FG بوزن الجسم الذي كتلته (m) ، ومن الناحية الفيزيائية يعتبر خطأ أن نقول هذا الجسم يزن 100 كغم ، فهذا المقدار يعبر عن الكتلة ، حيث إن الوزن عبارة عن حاصل ضرب مقدار مايحتوية الجسم من مادة (m) في التعجيل الأرضي (g). لذا فأن وزن الجسم الذي كتلته **(100** كغم)يكون كما يلي:
- Fg=100kg * 9.8 m/s2 = 981 N
- أن وزن الجسم يعني قوة تظهر تأثيرها من خلال مركز ثقل ذلك الجسم، وإذا أثرت هذه القوة عموديا وباتجاه نحو الأسفل فأنها تكون تحت تأثير الجذب ، وأن هذه القوة تكون مساوية للقوة المعاكسة (رد فعل الأرض) ، وبذا يبقى الجسم ساكن ومتزن .

- لذا فان الوزن هنا يمثل قوة الجذب الأرض ، ولما كانت **القوة = كتلة الجسم × التعجيل الأرضي** ، لذا فأن الوزن هنا يمثل قوة دائما ولها مقدار ومتجهة نحو الأسفل دائما ، وإذا كان الخط العمودي الذي يمثل مسقط مركز وزن الجسم عمودياً على الرجلين (قاعدة الارتكاز) فان وزن الجسم هذا يسلط قوة ضغط على المساحة التي تشغلها الرجلين ، وتزداد هذه القوة كلما صغرت مساحة الرجلين (كالوقوف على رجل واحدة او على الأمشاط مثلا) باعتبار إن **الضغط = وزن الجسم (كقوة عمودية)/ المساحة**
- أما إذا كان الوقوف بميلان للأمام أو الخلف ،فأن وزن الجسم (الخط العمودي الوهمي المار من مركز ثقل الجسم عمودي على الأرض)سوف يبتعد عن مساحة الارتكاز (القدمين) ، وهذا البعد سوف يسبب دوران الجسم حول نقطة الارتكاز (القدمين) وهذه يعني إن هناك عزم دوران يطلق علية عزم الوزن سوف يسبب في هذا الدوران ، وهذا وفق نظام العزوم، الذي يقول إن **العزم** عبارة عن **قوة × بعد** (**الوزن** هنا هو **القوة** كما ذكرنا سابقا)، إن هذه الحالة تكون جيدا مهمة في دراسة مقادير العزوم الحاصلة عند تدريبات القفز والارتقاء (الخطوة الأخيرة والارتقاء في بعض الألعاب)وعند اتخاذ بعض الأوضاع التحضيرية لبعض الألعاب (كالمصارعة مثلا) ، إن زيادة **عزم الوزن** او نقصانه يرتبط بمقادير **زوايا الاقتراب والدفع وزوايا الركبتين والوركين وزوايا ميل الجسم ككل** ، والتي تقودنا إلى أهمية دراسة هذه الزوايا في مجال تصحيح الأداء الحركي في حركات القفز ككل والحركات الأساسية في بعض الألعاب كالمصارعة والعاب المضرب ..الخ.



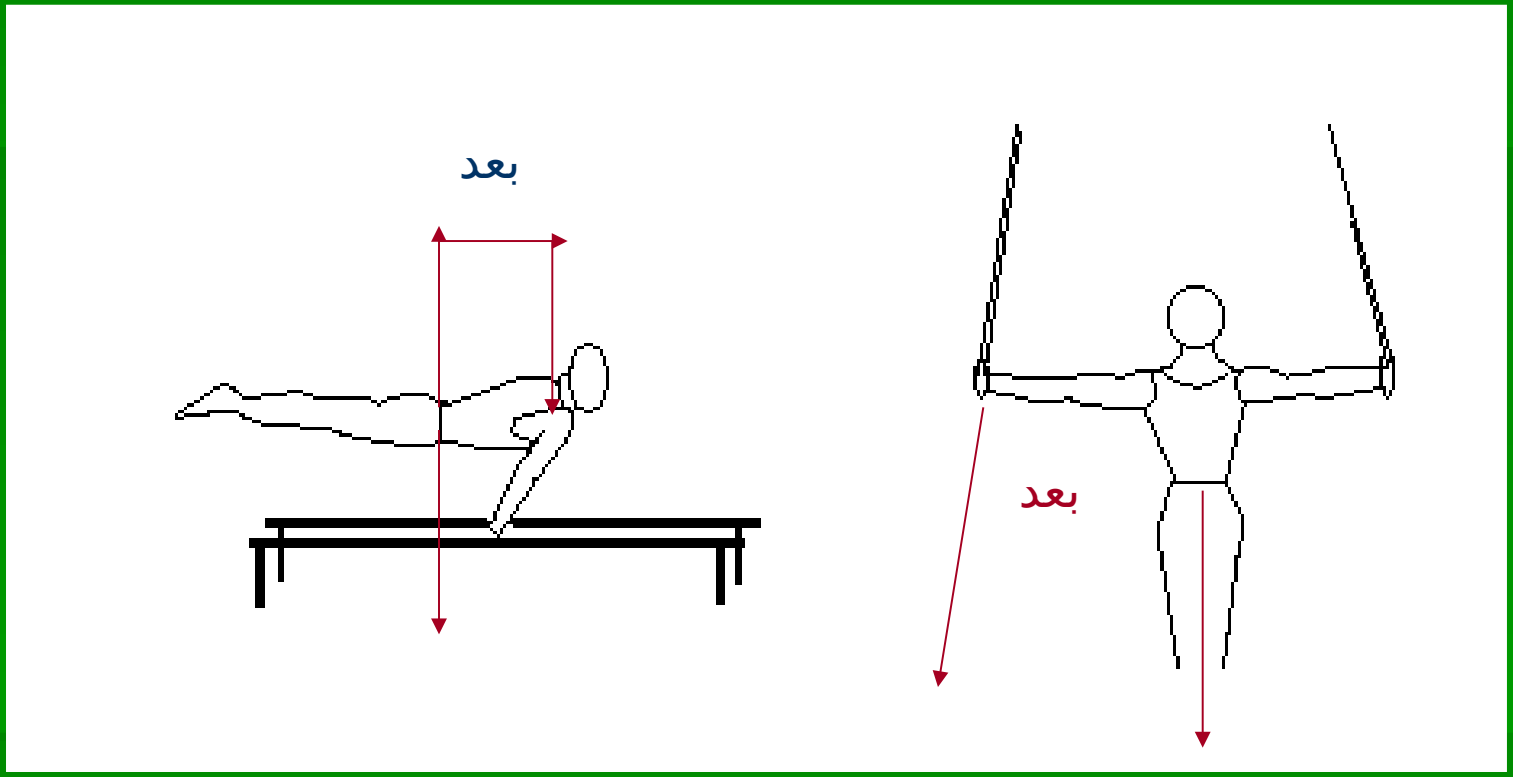
- وتعتمد الجاذبية الأرضية على بعد الكتلة عن مركز الأرض، ففي خط الاستواء تقل هذه الجاذبية عنها عند أي من القطبين، كما إنها تقل أيضاً في الفراغ عنه عند مستوى سطح البحر ، وهذا ما يفسر اختلاف الأرقام في ألعاب السرعة والقوة في البطولات التي تقام في مدن تتميز بطبيعة جغرافية خاصة كارتفاعها عن سطح البحر بأكثر من ألفي متر، ولنأخذ مثلا مدينة مكسيكيو ، حيث إن قوة الجاذبية هناك اقل بنسبة 3 % عنه في الوضع الطبيعي (مثلا الثقل الذي كتلته(7.260 Kg) يزن في المكسيك:
- في الوضع الطبيعي $FG = m \times g = 7.260kg \times 9.81\ m/s2 = 71.22\ N$
- في المكسيك $FG = m \times g = 7.260kg \times 9.78\ m/s2 = 70\ N$
- وكذلك الحال بالنسبة الى أوزان اللاعبين حيث تقل هذه الأوزان في المرتفعات لكن بدون نقصان في القوة.

- مؤشر القوة النسبية وعلاقته بالجاذبية (وزن الجسم)

- وزن الجسم قيمة ثابتة طالما كان في مكان محدد وهو مستوى سطح البحر، ولهذا فعند القيام بحركات القوة والتي قد تؤدى بالذراعين أو الرجلين، فإن القوة القصوى لهذه الأجزاء (الذراعين أو الرجلين) تلعب الدور الرئيسي في التغلب على الجاذبية المتمثلة بوزن الجسم، فعند القيام مثلاً بحركة الصليب الثابت في الحلق (أحد حركات الجمناستك) فإن العبء الأكبر يقع على عضلات الذراعين الضامة (الصدرية) وكذلك على عضلات الكتفين المبعدة (الدالية)، فأن الثبات في الحلق (أو المتوازي أو حصان المقابض) سوف يولد عزماً دورانيا قوته تساوي، وزن الجسم × المسافة الأفقية بين مركز ثقل الجسم ونقطة الارتكاز على الجهاز، ومن أجل أن يكون العزم الدوراني الحاصل في الذراع قادراً على التغلب على عزم الوزن اللاعب، يجب أنس تكون قوة الذراعين اكبر بقيمتها من كتلة الجسم، حيث تلعب العلاقة بين القوى القصوى لجزء الجسم ووزن الجسم دوراً في الأداء للتغلب على عزمن وزن الجسم (عزم الجاذبية الأرضية)، وذلك لان اللاعب يبذل القوة المطلوبة والمتناسبة مع وزن جسمه والتي يطلق عليها القوة النسبية حيث إن القوة النسبية:
- القوة النسبية = القوة القصوى للذراعين / وزن الجسم (لاحظ الجدول)
- وبالحقيقة إن قيمة القوة النسبية كلما تكون اكبر من واحد (عدد صحيح) كلما دل ذلك على إن اللاعب يكون أدائه جيداً في هذه الحركات وان قوة ذراعية نسبةً الى وزن جسمة قادرة على التغلب على قوة جذب الأرض المؤثرة على الجسم، ونقصان هذه القيمة عن الواحد يشير إلى أن هناك ضعف في العضلات العاملة في هذا النوع من الحركات والحركات المشابهة، مما يسترعي ذلك العمل على تطوير هذه العضلات من خلال برامج تدريب القوة الخاصة. (لاحظ الجدول والشكل في أدناه)

جدول يبين مقارنة بين القوة النسبية للذراعين والرجلين للاعبين مختلفين

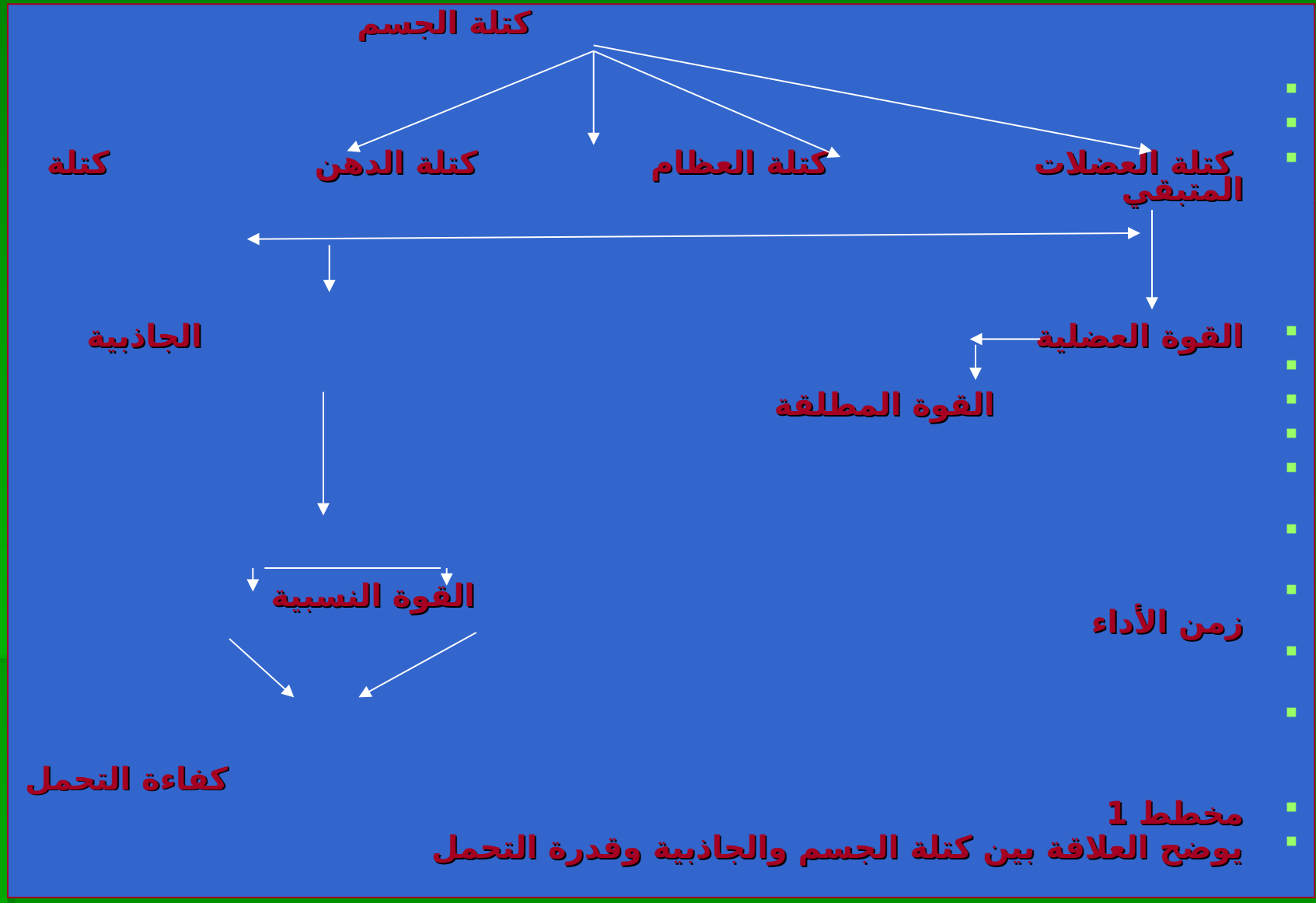
الذراعين				
القوة النسبية	الفرق بين قوة الوزن والقوة القصوى	وزن اللاعب (نيوتن)	القوة القصوى لضم (نيوتن)	ت اللاعب
1.20	147	725.2	872.2	1
0.98	7.84-	686	678.16	2
الرجلين				
1.41	320	780	1100	1
1.02	1.50-	765	750	2



ق ج الأرض
حركة الصليب في الحلق

ق ج الأرض
حركة الارتكاز الخلفي في المتوازي

- أما ما يخص استخدامات القوة النسبية للذراعين أو الرجلين للتغلب على قوة الجاذبية لمقاومات تمثل وزن (كلعبة رفع الأثقال مثلا) فإن قدرة العضلات لها علاقة بالسرعة الحاصلة والمطلوبة في إحداث التغير في حركة الثقل (تعجيله) حيث عند أداء الحد الأقصى تكون العضلة تحت تأثير متطلبات الثقل التي تتواءم مع قدرتها على بذل قوة خلال (منطقة التوقف) أثناء مرحلة الانقباض بالتطويل، لذا أن الوسيلة المستخدمة في التغلب على مشكلة وجود منطقة توقف تعرف بالتعجيل التعويضي، وتعتمد هذه الوسيلة على إن القوة العضلية الناتجة في الأداء لا تعتمد على مقدار الثقل المراد التغلب عليه ولكنها تعتمد أيضا على درجة تعجيل الجسم في حركته حيث، أن:
- $$F = ma + mg$$
- علما أن F هي قيمة القوة، m كتلة الثقل المراد التغلب عليه، aتعجيل الثقل، g تعجيل الجاذبية الأرضية.
- يلجأ أداء اللاعب في هذه الوسيلة إلى زيادة التعجيل التي يتحرك بها الثقل خلال منطقة التوقف فتصبح قيمة تأثيره اقل مما تبذله العضلة من قوة.



مخطط 1

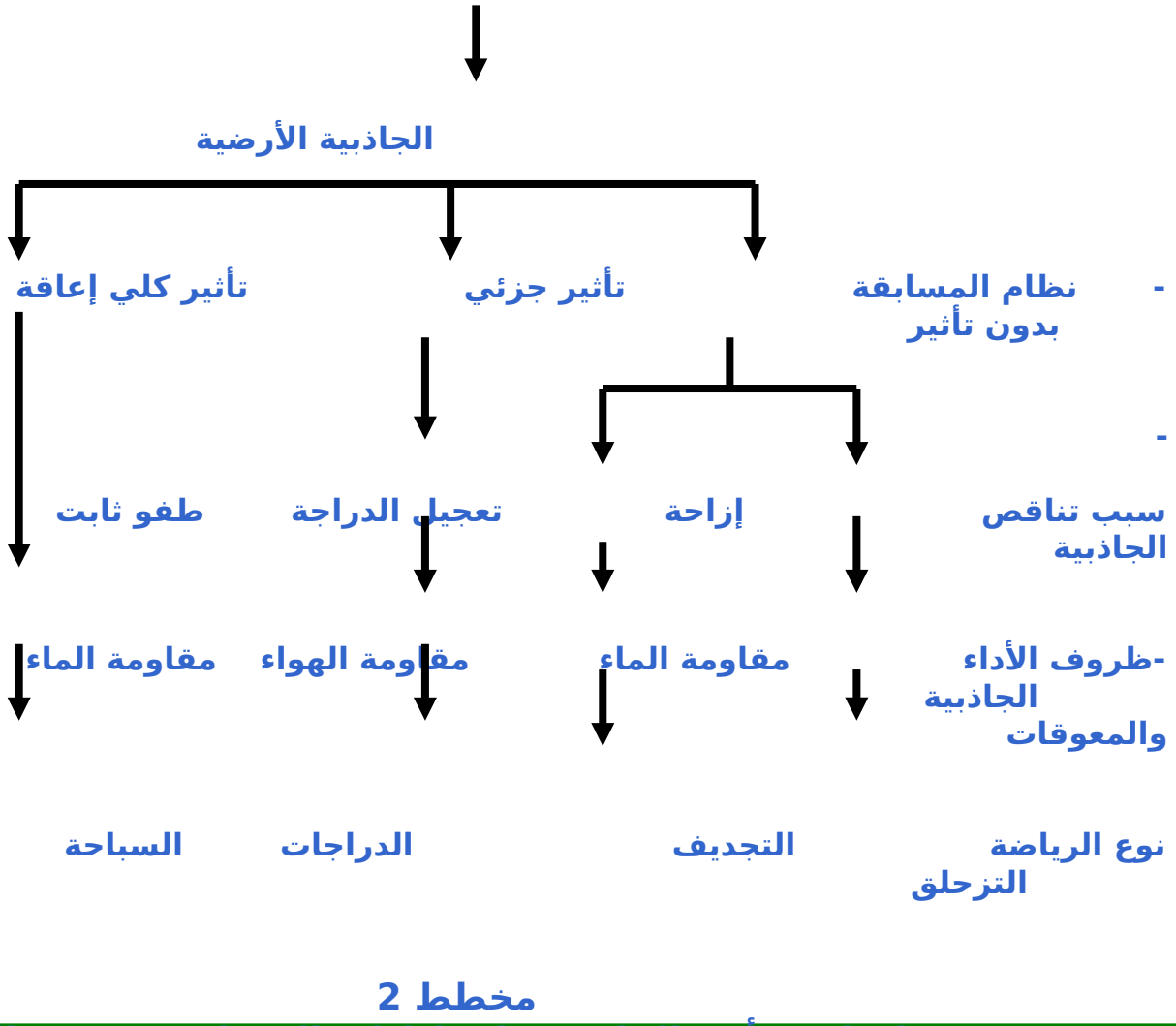
يوضح العلاقة بين كتلة الجسم والجاذبية وقدرة التحمل

- **الجاذبية وقدرة التحمل**
- التحمل يعني من الناحية البيوميكانيكية الاحتفاظ بعمل فعال للعضلات لفترة لها نفس الخصائص الزمنية للمسابقة أو الجهد البدني المعني. فهي بذلك تعني وبتعبير آخر بذل قوة معتدلة (قليلة) بزمن طويل F_{min} t_{max}
- وهذا المصطلح يكون تماما عكس مصطلح دفع القوة والذي نص على أن يكون استخدام القوة بشكل قصوي وكبير وبأقل زمن ممكن
- F_{max} ⟶ t_{min}.

- والاختلافات في القدرة على أداء يتميز بالتحمل يتأثر جزيئاً بالاختلافات في كتلة أجزاء الجسم، ولكن أهمية كتلة الجسم الكلية بالنسبة لهذه القدرات الخاصة ما تزال بحاجة إلى دراسات تجريبية .
- ويلاحظ أن أبعاد الجسم تؤثر في القدرة على التحمل من وجهة نظر رئيسيتين هما:
- إن هناك علاقة بين القوة العضلية وكتلة العضلات.
- أن كتلة الجسم تخضع للجاذبية الأرضية، والنسبة بين كتلة الجسم والجاذبية الأرضية (الكتلة / الجاذبية الأرضية) نسبة ثابتة يمكن اخذها بنظر الاعتبار في رياضات التحمل وخاصة التي تستخدم الركض، حيث أن كتل جميع أجزاء
- الجسم (لاحظ المخطط) تخضع للجاذبية الأرضية والتي تعتبر قوة مقاومة لهذه الكتلة بالنسبة لرياضي التحمل، يقابل هذه القوى المقاومة، قوة العضلات التي يمكن أن تنتج القوة المطلقة لها والتي تعبر عن القوة المبذولة في جزء الجسم القائم بالجهد والمرتبط بزمن الأداء، وهذا يعني مقدار القوة النسبية لهذه العضلات الذي يعطي الكفاءة لهذه العضلات في التعامل مع باقي كتل الجسم المقاومة (والتي تعتبر عبء على عضلات الرجلين مثلا عند أداء جهد بدني يتميز بزمن طويل) والذي يعطي الكفاءة العالية في التحمل.

- ويمكن تحديد نوع التحمل المطلوب لرياضة معينة من خلال تحديد العلاقة بين القوة العضلية النسبية المطلوبة لهذه الرياضة وفترة دوام بذلها وفقا لما يفرضه قانون اللعبة وظروف الأداء، (كأن يكون الأداء تحمل قوة، او تحمل عام .....الخ)، حيث يمكن أن تحقيق القوة النسبية المطلوبة أما عن طريق زيادة القوة العضلية او إنقاص الوزن لمحاولة تقليل قوة الجاذبية الأرضية على الجسم ، لذا فان الكتل الأقل تظهر في المسابقات التي تزيد فيها المسافة.

- أما في باقي الرياضات التي تتميز أيضا بالأداء الطويل كالدراجات والسباحة لمسافات طويلة والتجديف والتزحلق ، فأن العلاقة بين الجاذبية والتحمل لهذه الألعاب تأخذ صيغة اكثر تعقيدا ، حيث تتأثر قدرة التحمل إضافة الجاذبية ، بقوة الطفو مثلا في السباحة وتعجيل الأداة كما في الدراجات ومقاومة الماء كما في التجديف، وهذه المقاومات أما أن يكون تأثيرها كلي او جزئي فضلا عن مقاومة الجاذبية، لاحظ المخطط 2.



مخطط 2

يوضح اختلاف تأثير الجاذبية على اداءات التحمل في بعض الرياضات