الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة وهران للعلوم والتكنولوجيا"محمد بوضياف"
معهد التربية البدنية والرياضية

مطبوعة:

الميكانيك الحيوية

في ميدان علوم وتقنيات النشاطات البدنية والرياضية

محاضرات واعمال موجهة

ميدان علوم وتقنيات الانشطة البدنية

وحدة التعليم المنهجية

المستوى : ليسانس

السداسي : الاول

الحجم الساعي : 42

محاضرة : ساعتان (2س)

اعمال موجهة : ساعة ونصف (1.5 س)

إعداد : صغير نورالدين

أستاذ محاضر صنف (ب)

2017/2016

قـائمة المحتويات

رقم الجدول	الموضوع	الصفحة
---	قائمة المحتويات	
---	ملخص المطبوعة	
---	مقدمة	
01	مدخل إلى الميكانيكا الحيوية	01
1-1	مفهوم الميكانيكا الحيوية	02
2-1	الميكانيك	02
3-1	أقسام الميكانيكا الحيوية مجالات البحث في البيوميكانيك	03
4-1	أغراض الميكانيك الحيوية	04
5-1	اهمية الميكانيك الحيوية	04
6-1	مجالات البحث في المكانيك الحيوية	05
4-	البيوميكانيك و تخصصاته	05
02	مدخل إلى الميكانيكا الحيوية للحركات الرياضية	06
1-2	الميكانيكا الحيوية الرياضية	08
3-2	الأهداف العامة الميكانيكا الحيوية الرياضية	09
4-2	المصطلحات والمفاهيم الأساسية في دراسة حركة	10
5-2	الأهداف الميكانيكية الأساسية للمهارات الرياضية	11
3	المبادئ الميكانيكية الأولية لدراسة الحركة	12
1-3	مفهوم الحركة وإطارها المرجعي	14
2-3	القوة la force	14
3-3	الضغط: la pression	14
4-3	الكتلة والوزن:la masse et le poids	15
5-3	مركز الثقل:Centre de gravité	15
6-3	القدرة power	16
7-3	المتغيرات الموجهة و غير الموجهة	16
4	الجهاز الحركي	16
1-4	الجهاز الحركي و مكوناته	18
2-4	الجهاز الهيكلي (العظمي	18

1-2-4	الجهاز الهيكلي المحوري	18
2-2-4	الجهاز الطرفي	19
3-4	المفاصل	19
1-3-4	أنواع المفاصل حسب الاتجاه التشريحي	19
1-1-3-4	المفصل الرزي أو المداري	19
2-1-3-4	مفصل الكرة والحق	20
3-1-3-4	المفصل المحوري	20
4-1-3-4	المفصل الإنزلاقي	20
3-4	بيوميكانيك الجهاز الحركي	20
5	مستويات ومحاور الحركة:Les plans et les axes du mouvement	20
1-5	مستويات الحركة	22
1-1-5	المستوى السهمي sagittal	22
2-1-5	المستوى الأمامي frontal	22
3-1-5	المستوي الأفقي Horizontal	22
2-5	محاور الحركة	22
1-2-5	المحور السهمي sagittal	23
2-2-5	المحور العرضي Horizontal ’	24
3-2-5	المحور الطولي sagittal	24
3-5	أهمية المحاور و المستويات في دراسة الحركة	24
4-5	الحركات الأساسية حول مفاصل الجسم	25
1-4-5	الثني: Flexion	27
2-4-5	المد Extension	28
3-4-5	التقريب Adduction	28
4-4-5	التبعيد Abduction	28
5-4-5	الدوران Circumduction	28
6-4-5	الخفض Dépression	29
7-4-5	الرفع Elévation	30
6	القوة la force	30
1-6	مفهوم القوة	31
1-1-6	أسس تصنيف القوة	31
2-1-6	خصائص القوة	31
3-1-6	الوظائف الأساسية للقوة	31
4-1-6	خصائص القوة	32

2-6	القوة وعلم الميكانيكا	33
1-1-6	مفهوم محصلة القوة Force Résultants	33
4-6	أنواع القوة	34
1-4-6	قوى الضغط	35
2-4-6	الشد قوى	35
3-4-6	والتنافر الجذب قوى	35
4-4-6	قوة رد الفعل	35
5-4-6	قوة الجدب (أو الوزن	35
5-6	القوة العضلية	36
1-5-6	القوة الانفجارية	36
2-5-6	القوة المميزة بالسرعة	36
3-5-6	تحمل القوة	36
6-6	محددات القوة العضلية	37
7-6	الأسس الميكانيكية للقوة العضلية	37
7	الحـــركة motion	39
1-7	مفهوم الحـــركة	39
2-7	أسس تصنيف الحركات	40
3-7	أنواع الحركات	41
1-3-7	الحركات طبقا للمسار الزمني	41
1-1-3-7	الحركات المنتظمة	41
2-1-3-7	الحركات الغير المنتظمة	42
3-1-3-7	السرعة:la vitesse	42
4-1-3-7	التسارع l'accélération	42
08	التصنيف الهندسي الحركات	45
1-8	الحركة الانتقالية	45
1-1-8	الحركة الانتقالية المستقيمة	45
2-1-8	الحركات الانتقالية المنحنية	45
-2-8	الحركة الدورانية	46
1-2-8	الحركة الدورانية	46
1-1-2-8	الحركة الدائرية المنتظمة	46
2-1-2-8	الحركة الدائرية الغير منتظمة	46
2-2-8	متغيرات الحركة الدورانية	47

1-2-2-8	الإزاحة الدورانية	47
2-2-2-8	السرعة الدورانية	48

3-2-2-8	التعجيل الزاوي	50
3-8	ملاحظات على الحركة الانتقالية الدورانية	50
09	مركز الثقلCenter of gravity	52
1-9	مفهوم مركز الثقل	52
1-1-9	تعريف مركز الثقل	52
2-1-9	طرق حساب مركز الثقل	53
3-1-9	تحديد مركز ثقل الجسم	54
2-9	مركز ثقل الأجسام	55
1-2-9	المنتظمة الأجسام ثقل مركز	55
2-2-9	مركز الأجسام غير المنتظمة	55
3-9	تحديد مركز ثقل جسم الإنسان	56
1-3-9	الاتزان وعلاقته بمركز الثقل	58
1-1-3-9	الاتزان (Balance)	58
2-1-3-9	التوازن	58
3-1-3-9	الثبات	59
4-9	أنواع من الاتزان	59
1-4-9	الاتزان الثابت	59
2-4-9	الاتزان المتعادل	59
3-4-9	الاتزان الغير ثابت	59
10	المقذوفات Les Projectiles	63
1-10	مفهوم المقذوف	63
1-1-10	حركة المقذوفات	63
2-1-10	أنواع المقذوفات	64
3-1-10	العوامل المحددة لحركة المقذوفات	65
1-3-1-9	زاوية الطيران	65
2-3-1-9	سرعة المقذوف	66
2-10	مبادئ المقذوفات و تطبيقاتها في المجال الرياضي	67
3-10	طرق تحديد المتغيرات الكينماتيكية للمقذوفات	69
1-3-10	حساب أقصى ارتفاع(h) يبلغه المقذوف	70
2-3-10	حساب الزمن الطيرانT للمقذوف	70

3-3-10	حساب المدى الأفقي Rللمقذوف	71
11	الروافع Les Leviers	72
1-11	تعريف الرافعة	72
1-1-11	مكونات الرافعة	72
2-1-11	مبدأ الروافع	72

ملخص المطبوعة

1-وصف المادة التعلمية :

ان الاسس للبيوميكانيك طبقت عن طريق العلماء والمهنيين في العديد من المجالات المعنية تحت مشاكل ارتبطت بصحة الانسان وأدائه.ومعرفة بناء مفاهيم البيوميكانيك هي ايضا ضرورية للطالب من اجل تكوين مدرس التربية البدنية والرياضية وذلك للوصول الى انسب الحلول الميكانيكية للمشاكل الحركية المطروحة للبحث والدراسة ، وتعميم المعلومات المكتسبة حول الاداء الانسب للمهارات الحركية لمختلف الانشطة الرياضية

2-محتوى المادة التعليمية :

تحتوي هذه المادة على دراسة القوانين العامة لأنظمة جسم الانسان وحركاته في ميادين النشاط البدني الرياضي للحصول على الهدف الحركي بأسس علمية للوصول الى النموذج في الحركة والمستوى العالي .

3-اهداف المقياس ومخرجاته :

أولا: الهدف العام : ان فهم البيوميكانيك سيؤدي حتما إلى فهم الاساسيات المتعلقة بالنواحي التشريحية والفسيولوجية والميكانيكية لحركة الرياضي وهذا سيساعد بلا شك في تعلم وتعليم المهارات وتحسين اداء الحركي الدقيق بإضافة إلى إن فهم المبادئ البيومكانيكية التي تساعد اللاعب في قدرته على أدراك الخطأ عند التقليد العشوائي لأسلوب خاص بلاعب معين.

ثانيا: الهدف الخاص :

1- التعرف على الاسس الميكانيكية للنشاط العضلي ودراسة العقبات الخاصة بها .

2- تطبيق القوانين الميكانيكية على الجهاز الحركي للانسان .

3- دراسة العلاقات المتبادلة بين القوى الداخلية والخارجية المؤثرة على جسم الانسان وتوافق تأثيرها وعملها أثناء الاداء الحركي .

مقدمة :

يتميز عصرنا الحاضر بالتقدم العلمي والتكنولوجي وظهور التخصصات الدقيقة التي جعلت كل ما هو غير علمي محدود الأثر في أي نشاط مما حدا بالباحثين والعاملين في المجال الرياضي إلى البحث والتقصي وبشكل جدي في كل ما هو جديد في مجال تخصصهم من اجل الوصول إلى أفضل الطرائق والوسائل العلمية لتحقيق أهدافهم

ويعتبر علم البيوميكانيك من أهم العلوم في التربية الرياضية لاستعمالاته الواسعة في مختلف المجالات بل أصبح العلم الجوهري لكل العمليات التعليمية والتدريبية والذي لا يمكن الاستغناء عنه وعلى أساسه يتم تفسير مجريات تلك العمليات كافة . ويشمل البيوميكانيك القوانين الفيزيائية وتطبيقاتها المتنوعة على حركات جسم الإنسان لمعرفة قابلية وحدود قدرات الفرد غير المتناهية فضلا عن تحليل الحركات باستعمال التصوير لغرض عرض النماذج بتكرارات عديدة و مختلفة بهدف المساعدة في تحديد الأخطاء الفنية للأداء (ألخالدي والعامري ،2010 ، 12) .

– إن تحليل الحركة والمهارة ليس غاية في حد ذاته بل هو وسيلة توصلنا إلى معرفة طرائق الأداء الصحيحة للفرد وعند قيامه بالحركات المختلفة، كما تساعد على اكتشاف الخطأ في الأداء والعمل على صلاحه . والحكم به الكفاءة الحركية (عبد الله وبدوي إذ إن مستوى الإنجاز يتوقف على مستوى المعرفة العلمية بأهداف التحليل البايوميكانيكي . بوصفه علماً كاشفاً للمسارات الحركية الخاطئة ومستويات ضعف الأداء الحركي.

إن هدف الدراسة البايوميكانيكية ألأساسي هو دراسة حركة الرياضي وتسجيل الخصائص الحركية له معتمدين على الدراسة والتحليل الحركي وإيضاحات القوانين الحركية إذ يؤدي التصوير باختلاف أنواعه دوراً متميزاً في التطور العلمي لأهميته في الحصول على الإحداثيات المختلفة لنقاط الجسم أو الجسم كله وكذلك تحديد السرعة والتعجيل وثبات الجسم والعزم وغيرها. إن إتباع نتائج التحليل واعتماد النظريات في التدريب بشكل ميداني سوف يؤدي بشكل مباشر إلى تحسين التكنيك والأداء (R.Lepers, A., Martin, 2007, p10) .

–ولذلك جاءت هذه المطبوعة لتلبي حاجيات الطلبة غي هذا المجال،من أجل الإلمام بمختلف العوامل والمتغيرات التشريحية والميكانيكية ، والتي تمثل في حد ذاتها المعايير والأسس العلمية لأداء مختلف المهارات الحركية والرياضية ، وفق المستويات الجيدة.

1 – مدخل إلى الميكانيكا الحيوية :

– تمهيد:

إن من بين الشروط الأساسية للحياة بشكل عام هو التفاعل بين جسم الإنسان والبيئة المحيطة به والذي يمكن تحقيقه من خلال قيام الفرد بالعديد من الحركات البسيطة والمعقدة وذلك من أجل القيام بمختلف واجباته اليومية، مما يدل على مدى أهمية الحركة (Mouvement) بحيث ذهب العديد من الباحثين إلى أن الحركة هي جوهر الحياة وهي أساس الأفعال الحيوية للإنسان ولولاها لما تمت الحياة.

ولذلك مثلث حركة الجسم سوى كانت في الحياة اليومية أو خلال مزاولته لمختلف الفعالية الرياضية أحد أهم اهتمامات العديد من العلماء والدارسين وخاصة في المجال الرياضي سوى من النواحي التربوية والنفسية...أو الجوانب البيولوجية وذلك من أجل تحديد أهم العوامل التي تساعد الرياضي على الأداء الحركي بصورة جيدة والعمل على تطويرها وتثبيتها والكشف عن المعيقات التي تحول دون الوصول إلى أفضل الإنجازات الحركية وفق المعايير المحققة في المنافسات. وسوف نتطرق في هدا الجانب إلى النقاط المهمة في هذا المجال و الإطلاع على أهم المحاور لهذا المقياس في المجال النظري و التطبيقي الذي يخص الرياضة أو بالعموم التربية البدنية و الرياضية و تبيان كذلك العمل في هذا الميدان

1–1– مفهوم الميكانيكا الحيوية :

ان علم الميكانيكا الحيوية والذي هو تعريب لمصطلح البيوميكانيك يعد في مقدمة العلوم التي اهتمت بدراسة حركة وسكون الاجسام باختلاف الأحجام والخصائص كما تناولت دراسة وتحليل الأداء الحركي الانساني ضمن إطار العوامل البيولوجية والفسيولوجية للمشكلات الحركية التشريحية والفيزيائية والنفسية من أجل الوصول إلى أنسب الحلول الميكانيكية المطروحة للبحث وتقييم نتائجها باختلاف متطلبات الأداء الحركي للفعالية أو المهارة المراد دراستها . (شاكر م.، 2014)

أما مصطلح "الميكانيكا الحيوية " فقد أطلق على المادة كتعريف للمصطلح اليوناني بيوميكانيك Biomécanique ويتكون هدا المصطلح من كلمتين يونانيتين هما بيو Bio ومعناها الحياة، أي الجانب العضوي الذي له التاثير المباشر في الحركة وميكانيكMécanique ومعناها علم الميكانيك ،أي القوانين الميكانيكية الثابتة التي تحد من الحركة (شاكر، 1998، صفحة 26)

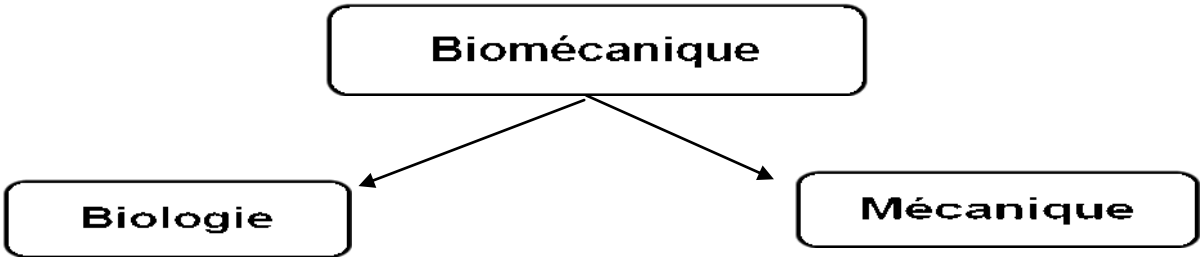
و الميكانيكا الحيوية علم يدرس حركة الانسان في المجال الرياضي من الجانبين هما الجانب الميكانيكي البحث بمعنى القانون الميكانيكي الذي يمد الحركة, والجانب العضوي الذي له التاثير المباشر في الحركة اذ ان الارتباط الوثيق بين هذين الجانبين لدراسة الحركة الرياضية يؤدي الى الوصول بالاداء نحو الافضل من خلال ايجاد التكنيك الامثل وهذا ما يعني به علم البيوميكانيك , " انه العلم الذي يهتم بتحليل حركات الانسان تحليلاً يعتمد على الوصف الفيزيائى (الكينماتك) بالاضافة الى التعرف على مسببات الحركة (الكينتك) الرياضية ,بما يكفل اقتصاداً وفعالية في الجهد (الفضلي، 2007، صفحة 23)

وتعرف ايضا " هي العلم الذي يبعث تأثير القوى الداخلية والخارجية على الأجسام الحية ،ونعني بالقوة الداخلية العضلات والأربطة والأعصاب ، أما القوى الخارجية كالجاذبية الأرضية ومقاومات الوسط وقوى الاحتكاك وردود فعل الأرض .....وغيرها من القوى الطبيعية التي تؤثر على الكائنات الحية من حيث الحركة. (السكري، 2002، صفحة 21)

والبيوميكانيك علم يدرس حركة الانسان في المجال الرياضي من الجانبين هما الجانب الميكانيكي البحث بمعنى القانون الميكانيكي الذي يمد الحركة, والجانب العضوي الذي له التأثير المباشر في الحركة اذ ان الارتباط الوثيق بين هذين الجانبين لدراسة الحركة الرياضية يؤدي الى الوصول بالأداء نحو الافضل من خلال ايجاد التكنيك الامثل وهذا ما يعني به علم البيوميكانيك , " انه العلم الذي يهتم بتحليل حركات الانسان تحليلاً يعتمد على الوصف الفيزيائى (الكينماتك) بالإضافة الى التعرف على مسببات الحركة (الكينتك) الرياضية ,بما يكفل اقتصاداً وفعالية في الجهد. (المنعم، 1997، صفحة 12)

وتعرف أيضا : "هي تطبيق القوانين الميكانيكية على الأجسام الحية وخاصة على الجهاز الحركي لجسم الإنسان " (شاكر، 1998، صفحة 27)

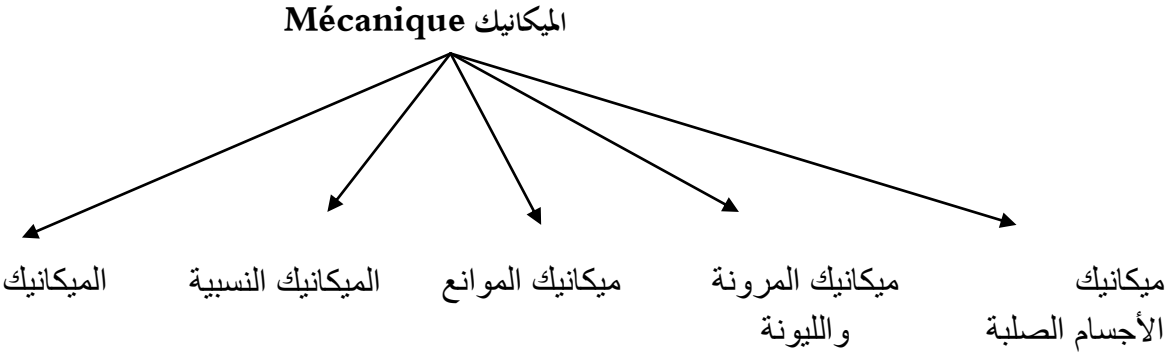
"هي العلم الذي يهتم بدراسة وتحليل حركات الإنسان تحليلا كميا ونوعيا بغرض زيادة كفاءة الحركة الإنسانية "



الشكل رقم (1) يبين مفهوم البيوميكانيك

-1-2- الميكانيك:

- أما الميكانيك فهو العلم الذي يختص بدراسة الحركة والقوى المسببة لها بحيث يجيب على العديد من التساؤلات والتي من بينها ماذا يحدث؟ و إلى أي مدى يمكن أن يحدث؟ والتي بالإجابة عليها يمكن تحيد مسببات حركة الأجسام والعوامل التي تحكمها ويجب الإشارة إلى أنه يجب التطرق في هذا الجانب إلى أهم المحاور الرئيسية لهذا العلم حتى يمكننا من تحديد الإطار النظري الذي يهتم بدراسة الحركات الرياضية. حيث تتمثل تخصصات ومجالات الميكانيكا فيما يلي :



الشكل (02) يمثل مجالات الميكانيك

أما دراسة ميكانيك الأجسام الصلبة méchanics of particules and rigid bodies هي الأفضل استخداما عند وصف أو شرح الحركة التي يقوم بها الفرد خلال أدائه الحركي في المجال الرياضي، ولهذا تعتبر دراسة المفاهيم والقوانين الأساسية في ميكانيك الأجسام الصلبة الأساس في دراسة البيوميكانيك الرياضي الذي يهتم بدراسة وتحليل الحركات خلال أداء المهارات الرياضية سوى خلال التدريب أو حصص ت.ب.ر أو خلال المنافسات الرسمية إضافة إلى بعض المفاهيم الأساسية في ميكانيك الموائع وذلك بالنظر على أنه هنالك بعض الفعاليات الرياضية التي تؤدي في الوسط المائي مثل السباحة والغطس...

1-3-أقسام الميكانيكا الحيوية :الميكانيكا الحيوية هي أحد أشكال الميكانيكا الاساسية ،إذ تأتي الميكانيكا الحيوية من علم ميكانيكا الأجسام اللينة غير المنتظمة باعتبار أن جسم الإنسان يخضع إلى هذا النوع من الميكانيكا والتي هي أصلا لها نوعين الميكانيكا الثابتة والميكانيكا المتحركة ،وتضم الميكانيكا المتحركة كينماتيكا و كيناتيكا الإنسان الحيوي التي تدخل فيها العديد من العوامل الانتروبومترية والبدنية كالحجم والشكل والوزن والقوة ...الخ .

وينقسم علم الميكانيكا قسمين هما:

أولا: الأستاتيكا :

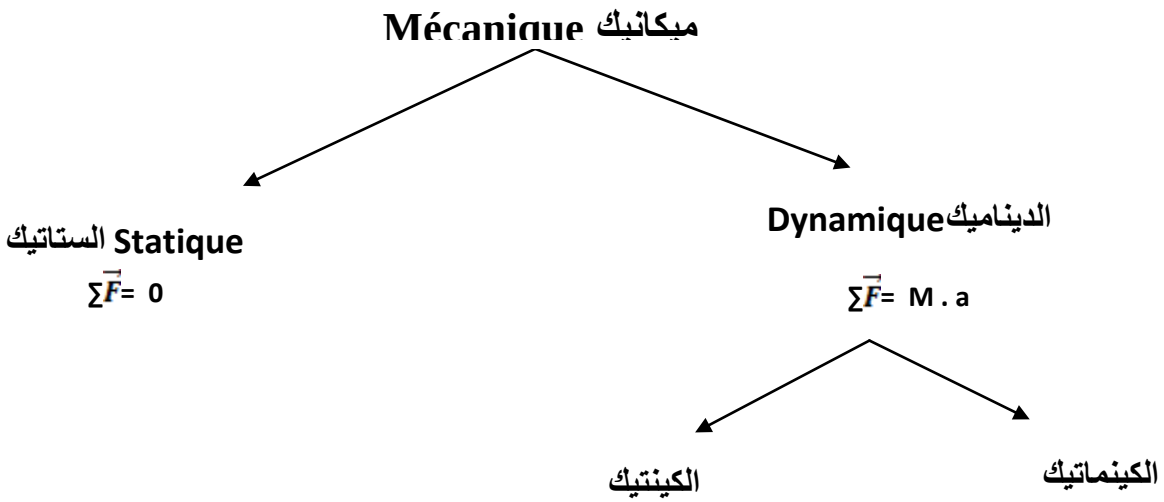
الأستاتيكا هو فرع من الميكانيكا الذي يبحث في سكون الأجسام تحت تأثير مجموعة من المؤثرات تسمى القوى وتوصف القوى التي لا تغير في حالة الجسم بأنها متزنة ويقال للجسم أنه في حالة توازن تحت تأثيرها ولذلك فإن الأستاتيكا تسمى أحيانا (علم التوازن الأجسام).

ثانيا: الديناميكا :

والديناميكا هي فرع الميكانيكا الذي يبحث في حركة الأجسام الصلبة و اللينة وتنقسم الديناميكا إلى قسمين رئيسيين:

1-الكينماتيكا : هودراسة الحركة دراسة وصفية من حيث الزمان والمكان دون الطرق الى القوة المسببة لها,وان الخصائص >الكينماتيكية لحركة الانسان تحدد من خلال دراسة الشكل الخارجي الهندسي ورسم المسار الحركي للانسان في الفضاء وتغيراته في الزمن ,اي يهتم بالجانب المظهري أو الشكلي مثل (االمسافة,الزمن,السرعة) ورسم مساراته .

2-الكيناتيك : علم يعنى بدراسة أسباب الحركة والقوي المصاحبة سواء كانت ناتجة عنها أو محدثة لها ويبحث في مسببات الحركة ونتائج الانقباض العضلي وعلاقته بمثالية الاداء. (شاكر ق.، 1998، صفحة 14)



الشكل رقم(03) يمثل أقسام تخصص الميكانيك

وعلى هذا الأساس فإنه من واجب هذا العلم:

- التعرف على الأسس الميكانيكية للنشاط العضلي البيولوجي ودراسة العلاقات الخاصة بها.
- تطبيق القوانين الميكانيكية على الجهاز الحركي للإنسان.
- دراسة العلاقات المتبادلة بين القوى الداخلية والخارجية المؤثرة على جسم الإنسان وتوافق تأثيرها أثناء الأداء.

ويجب الإشارة هنا نجد إلي أن الميكانيكا الحيوية لم تتطور في الحقيقة عن الميكانيكا وحدها و إنما هي أحد (العلوم الحدية) التي تطورت متأثرة بمجموعة من العلوم الأخرى " كالتشريح,الفسلجة,والفيزياء.... وقد أطلق اسم الميكانيكا الحيوية على المادة كتعريب لاسمها وعلم الميكانيكا الحيوية مرّ بمراحل تطور كثيرة سارت جنبا إلى جنب مع تطور المادة نفسها فعندما بدأت حركات التربية الرياضية تخضع للتحليل الحركي من زاوية الميكانيكا البحتة , كان الاسم الشائع هو " التحليل الميكانيكـيanalyse) " (mecanique ثم عندما تطورت المعالجة العلمية للتحليل الحركي لحركة الإنسان أطلق على المادة أسم علم الحركة " science du mouvement ou kinésiologie وعند هذه المرحلة كان أسم علم الحركة يستعمل لوصف المحتوى العلمي المتعلق بتكوين ووظيفة الجهاز العضلي / العظمي لجسم الإنسان و انتشرت بعد ذلك دراسة و تطبيق الأسس الميكانيكية على حركة الإنسان ضمن نطاق علم الحركة و أخيرا أصبح أسم علم الحركة يطلق على أي دراسة لأي علم يتعلق بحركة الإنسان حتى ان كثيراً من جامعات الولايات المتحدة الأمريكية وخاصة بولاية كاليفورنيا أطلقت أسمم (علم الحركة) على التربية الرياضية و قد بدأ التفكير في اختيار أسم جديد يطلق على العلم الجديد و يعبر عن أهدافه و اختصاصاته ومحتواه , و اقترحت أسماء كثيرة في هذه الفترة منها (Biodynamiques, Biocinetique

1-4-أغراض الميكانيك الحيوية :

يقول "دنسكوى " إن التمارين الرياضية هي الوسيلة الرئيسية الوحيدة لتحليل أغراض النشاط البدني ، ولا يمكن ممارستها ممارسة سليمة إلا إذا كانت قد بحثت من جميع الجوانب .وانطلاقا من هذا المفهوم تحددت أغراض الميكانيك الحيوية كالاتي :

1-وضع البحوث الخاصة بالاداء الرياضي الأنسب ، ومعنى ذلك ايجاد أنسب الحلول الميكانيكية لتحقيق هدف الحركة الرياضية .

2- تعميم المعلومات المكتسبة عن التكنيك الأنسب لأنواع الرياضات المتعددة ووضعها في صورة أسس ثابتة للميكانيك الحيوية بما يؤدي إلى خدمة التكنيك الرياضي الأنسب .

3- ايجاد طرق سهلة لبحث الحركة الرياضية (الاختبارات الرياضية لتساعد المدرس والمدرب في تحديد الأخطاء واكتشافها موضوعيا اثناء الحركة الرياضية

4- الاستناد على استخدام أسس الميكانيك الحيوية في التدريبات الخاصة الهادفة إلى القدرات البدنية والنفسية المطلوبة مثل (القوة ، السرعة ، رشاقة الجسم ، القدرة على رد الفعل وسرعته). (عادل ع.، 1998، الصفحات 13-14)

1-5- أهمية الميكانيك الحيوية:

الواضح أن الأسس البيوميكانيكية طبقت عن طريق العلماء والمهنيين في العديد من المجالات المعنية تحت مشاكل ارتبطت بصحة جسم الانسان وأدائه .معرفة بناء المفاهيم البيوميكانيك هي أيضا ضرورية من أجل تكوين مدرس التربية البدنية والرياضية ، وأخصائي العلاج الطبيعي ، والمدرب .

بالنسبة لمحتوى التعليم في البيوميكانيك أسست التجهيزات لفهم الأسس الميكانيكية وكيف يمكنهم تطبيقها في تحليل حركات جسم الانسان .معارف المحلل لحركة جسم الانسان سوف تجعله قادرا على عجابة الاسئلة المرتبطة بالميكانيك الحيوية ، كان نقول ما هي المبادئ البيوميكانيكية المرادفة لتمرينات ألات المقاومة ، هل من الممكن الحكم على الحركات أنها أكثر أو أقل اقتصادا من خلال الملاحظة البصرية ؟ ما هي الطريقة المثلى والامنة لرفع شيئ ثقيل ؟ عند أي زاوية سوف يكون رمي الكرة لأقصى مسافة ؟ ما هي الاستراتيجيات التي تمكن لاعب الجمباز على عارضة التوازن توظيف أقصى توازن ؟ (عادل، 2007، صفحة 8)

1-6- مجالات البحث في الميكانيك الحيوية:

مما لا شك فيه أن تطور وتقدم أي علم من العلوم إنما هو حوصلة للتطور وتقدم باقي العلوم الأخرى وخاصة منها ما يختص بدراسة ومميزات الجسم هو في الواقع وحدة متكاملة وكما سبق وأن أشرنا بأن البيوميكانيك ليس علما مستقلا بذاته وإنما يمثل حوصلة للتداخل نتائج العديد من الدراسات في العديد من العلوم وذلك من أجل تحديد الإطار النظري اللازم لتفسير وتحليل الظواهر الحركية التي يقوم بها الفرد والتي يمكن تبيانها من خلال الشكل الآتي:

الشكل (04) الإطار النظري للتخصص البيوميكانيك

- ومادام أن الجسم البشري كائن عضوي تدخل في حركته كثير من الاعتبارات العلمية المتمثلة بدور العلوم المختلفة التي ترتبط ارتباط مباشر وتؤثر تأثير فاعلا في الحركة ، والتي يجب أخدها بعين الاعتبار.

– فعلى سبيل المثال يؤدي علم التشريح دورا مميزا في طبيعة حركة الإنسان فتطوير ناحية معينة عند الرياضي ، ولتكن القفز من الثبات إلى الأمام لا يمكن الارتقاء بمستوى القفز وتحسين الأداء ما لم تكن هنالك معرفة تامة بماهية العضلة أو المجموعة العضلية التي تعمل بشكل مباشر أثناء الأداء وألا أصبح التدريب عبارة عن عملية عشوائية خاضعة للتجربة والخطأ.

– أ ن اعتماد نظام العتلات أثناء حركات أجزاء الجسم لأداء حركات معينة ، فلتعيين النقاط الثلاث التي تتكون منها العتلة (قوة ، ومقاومة ، وارتكاز) ينبغي أن تكون هنالك معرفة تامة بنقاط تأثير القوة والتي تتمثل في مدغم العضلة ، من هنا يجب أن يتوفر بعض الإلمام بهذا الجانب التشريحي وهو منشأ و مدغم العضلة.

– وعند دراسة حركة الرياضي تبرز أهمية الإلمام بالعلوم الأخرى فالفسيولوجيا والكيمياء الحيوية تسهم بشكل فعال في معرفة حالة الرياضي التدريبية خلال عملية التدريب.

– وعلى هذا فإن **البيوميكانيك** في أبحاثه بالنسبة للحركات الرياضية يستعين ببعض العلوم الأخرى، كما أنه يقدم لهذه العلوم موضوعات ومشكلات معينة لتقوم بالبحث فيها بحيث كلها تصب في موضوع البحث الرئيسي لهذا التخصص وعلى هذا فإن أهم – مجالات البحث – في هذا التخصص تتجلى في:

-تكوين الحركة.

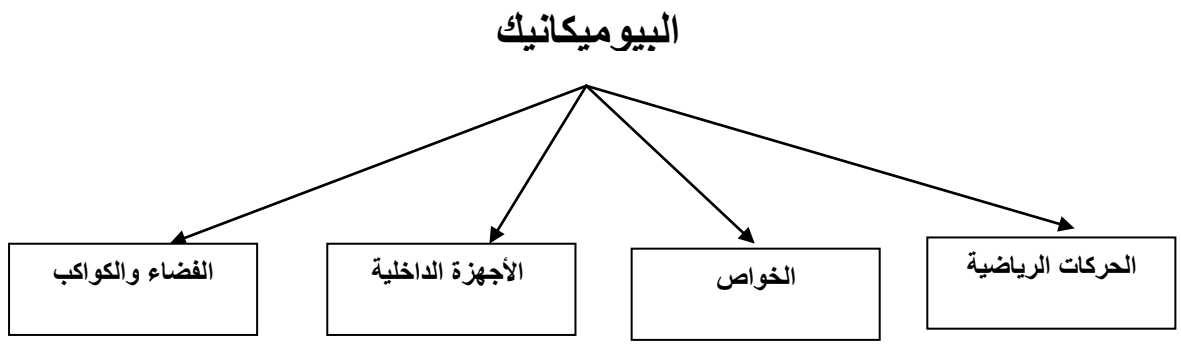
-تأثير القوى المختلفة عليها مع بحث عناصر هذه القوى.

– تحديد شروط وظروف أداء الحركات.

– تحديد العوامل التي تؤثر في النتيجة النهائية.

1-7- الميكانيك الحيوية و تخصصاته:

وعلى ضوء هذا فإن فهم البيوميكانيك سيؤدي حتما إلى فهم الأساسيات المتعلقة بالنواحي التشريحية والفسيولوجية والميكانيكية لحركة الرياضي، وهذا سيساعد المدربين والمدرسين على تعليم المهارات الحركية وتحسين الأداء الحركي الدقيق وفق المعايير المطلوبة والمستويات المرغوبة، وذلك من خلال التعرف على أهم الخصائص الدقيقة والتي تساعد على تحديد الأخطاء المرتكبة خلال ذلك والعمل على تصحيحها من ناحية ومن جانب آخر تدعيم العوامل البدنية والفنية والتي بفضلها فقط يمكن تحقيق الإنجاز الحركي الجيد.وكان نتيجة كل هذا التنوع في تخصصات البحث في البيوميكانيك العديد من الدراسات التي أثرت حقل المعرفة في مجال دراسة الحركة بصورة دائمة كما أثرت اتجاهات الباحثين والدارسين في هذا المجال حيث كان كل منهم إما رجل تشريح أو مهندس أو مدرس تربية رياضية مما أدى إلى تعدد تخصصات البحث في البيوميكانيك والتي تمثلت في التخصصات التالية:



الشكل (05) يبين تخصصات البحث الخاصة بالبيوميكانيك

– وبالنظر إلى تعدد مجالات البحث و الدراسات في هذا المجال، وكما ورد في العديد من المصادر الخاصة بالموضوع فقد انقسمت الميكانيك الحيوية إلى قسمين رئيسيين يتمثلان في:

البيوميكانيك الداخلي

⇩

البيوميكانيك الداخلي

البيوميكانيك الخارجي

⇩

ميكانيك الحركات الرياضية.....

– ومن خلال ما تقدم يمكن القول أن أهمية علم البيوميكانيك بصورة عامة تتجلى في مدى تنوع وتعدد المجالات التي يختص بدراستها والمبينة في الشكل الأتي:

والتي من بينها البيوميكانيك الرياضي والذي يهتم بدراسة الحركات الرياضية من حيث العوامل الميكانيكية ودور الخصائص البيولوجية في تحديد مسارات وخصائص الأداءات الحركية الرياضية .وبناءا على هذا يمكننا أن نستعرض سرد بعض المفاهيم و التعاريف التي تناولت مصطلح الميكانيك الحيوية " البيوميكانيك " (الكرمدي، 2015، صفحة 22)

المحاضرة الثانية

2– الأسس النظرية للبيوميكانيك الرياضي

2–1– مدخل إلى الميكانيكا الحيوية للحركات الرياضية:

حركات الأجسام المادية جميعها ومنها جسم الإنسان والحيوان تخضع دون استثناء لقوانين الميكانيكا وذلك لأن كل حركة تعتبر حركة ديناميكية ينتج عنها تغيير المكان الخاص بأجزاء الكتلة في حيز من المكان والزمان معا، ووفقا لرأي إنجلز Engels فإن أول واجبات العلم، هو إدراك هذا الأمر، وإن النص الذي يحدد أن ذلك ليس الواجب الوحيد للعلم يعد في الحقيقة نصا هاما وضروريا لأن الحركة ليست في الحقيقة تغييرا للمكان فحسب بل هي كذلك كيفي في المجالات فوق الميكانيكية.

وتبحث الميكانيكا الحيوية في حركات الإنسان والحيوان من وجهة نظر قوانين الميكانيكا، وهي بذلك تتناول أصغر وأبسط صور الحركة في الطبيعة الحية، وتصل عن طريق البحث العلمي إلى الأسس التي تقوم عليها الصور العليا الأكثر تعقيدا لهذه الحركات مع توضيحها وفي مفهوم إنجلز أن الميكانيكا الحيوية، تقوم بحل المشكلات الخاصة بأبحاث الحركات المعقدة.

– ووفقا لمجال البحث هذا، فإن الميكانيكا الحيوية، تعد بمثابة الميكانيكا التطبيقية، ويجب أن تكون طرق بحثها بالتالي نابعة من طرف بحث الميكانيكا غير أن الميكانيكا الحيوية لم تتطور في الحقيقة عن الميكانيكا وحدها وإنما هي أحد العلوم الحدية التي تطورت متأثرة بمجموعة من العلوم الأخرى: (التشريح، وظائف الأعضاء، والمناهج الرياضية).

– وقد تأثر تطور الميكانيكا الحيوية فيما بعد تأثرا شديدا بأهداف البحث، ويلاحظ أن الواجبات التي كانت مطروحة للبحث في مجال الميكانيكا الحيوية قبل بداية القرن الحالي، كانت تتعلق أولا بطب العظام، وعلم وظائف الأعضاء التطبيقي والصناعة (للبحث عن أنسب صور الحركات أثناء العمل باستخدام الآلات وهو ما يطلق عليه فن استخدام الآلة) وكان طبيعيا أن يؤدي تقدم المكينة والأوتمة في مجال الإنتاج الصناعي والزراعي إلى تضاؤل الاهتمام بالميكانيكا الحيوية من جانب علم وظائف

الأعضاء التطبيقي والصناعة، أما من جانب طب العظام فقد طرحت مشاكل وواجبات جديدة للحل بصفة دائمة (مثال ذلك: طريقة التوجيه الكهربي البيولوجي للأطراف الصناعية).

وبظهور الألعاب الأولمبية في العصر الحديث، نمت الرغبة في تحسين فن الأداء الرياضي ومعنى ذلك الاهتمام بإيجاد الاستخدام الأمثل لقوانين الميكانيكا في مجال الحركات الرياضية، وفي بداية هذا التطور (تقريبا منذ بداية القرن الحالي) لم يكن هناك بطبيعة الحال اتجاه إلى التعمق البعيد في المعطيات الطبيعية العامة، وكان الرياضيون في كل رياضة على حدة يجربون بصفة مستمرة للتعرف على مسار الحركات المناسبة لتحقيق أعلى مستوى للأداء الرياضي وكان مسار الحركة يوصف عندئذ بالمسار الأمثل للحركة، كما كانت المقارنات التي تعقد بين مستوى الأداء في المنافسات تعد في هذا المجال بمثابة عامل هام من عوامل التقدم، فقد أدت النتائج الجديدة العالية المستوى إلى جعل الرياضيين الآخرين يحاكون مسارات الحركة.

وأدت الطلبات المتعددة النواحي التي فرضتها الأنواع المختلفة من الرياضات بطبيعة الحال، إلى الإسراع بتطوير الميكانيكا الحيوية، وقد طورت الدول الميكانيكا الحيوية للحركات الرياضية في إطار المناهج الرياضية، مع ربطها كوحدة واحدة بعلم الحركة، وقد قام معهد لنينجراد Leningrad للتربية البدنية لأول مرة سنة (1931م) وبناء على اقتراح كوتيكوفا Kotikowa بعقد دورة مستقلة ألقيت فيها مجموعة من المحاضرات تحت اسم "**الميكانيكا الحيوية للحركات البدنية**" وبعد الحرب العالمية الثانية تطورت الميكانيكا الحيوية للحركات الرياضية في الدول الاشتراكية الأخرى أيضا،كعلم قائم بذاته وقد عقد المؤتمر الدولي الأول حول المشكلات الأساسية للميكانيكا الحيوية للحركات الرياضية بمدينة ليزج "**Leipzig**" سنة (1960م)، ولم تبدأ تلك المرحلة الأخيرة من مراحل هذا التطور في الدول الرأسمالية إلا مؤخرا.

وقد عقد المجلس الدولي للرياضة والتربية البدنية "**ICSPE** " التابع لمنظمة اليونسكو دورته الدولية الأولى للميكانيكا الحيوية بمدينة زيورخ Zurich سنة (1967م) ،وقد أظهرت تلك الدورة مثلها مثل الدورتين الأخريين المنعقدتين في أيندهوفن Eindhoven سنة (1969م) وفي روما Roma سنة (1971م): أن الموقف الحالي والاتجاهات العلمية في مجال الميكانيكا الحيوية لها وجهات نظر متباينة تباينا كبيرا، وكان لبعض المحاضرات والأبحاث التي ألقيت صلة من قريب أو بعيد بالميكانيكا الحيوية، ولم يكن لبعضها الآخر أية صلة بها على الإطلاق وكان من المستحسن أن تلقى في مؤثرات لعلوم التشريح أو لعلوم وظائف الأعضاء، أو العلوم النفسية وقد نشأت تلك الحالة غير المرضية في حقيقة الأمر من عدم فهم مدلول الميكانيكا الحيوية والتقصير في إيجاد نظام علمي يتلائم مع التطبيق العملي للميكانيكا الحيوية.

ويمكن على أساس من هذا الإدراك المتكامل أن نحدد الواجبات الأساسية للميكانيكا الحيوية للحركات الرياضية في النقاط التالية: (www.hussein-mardan.com).

أولا: وضع البحوث الخاصة بالأداء الرياضي الأمثل، ومعنى ذلك معرفة أنسب الحلول الميكانيكية الحيوية، كما هو أمامنا من حركات رياضية مطروحة للبحث.

ثانيا: تعميم المعلومات المكتسبة حول فن الأداء الأمثل لأنواع الرياضة كل على حدة، ووضع ذلك في صورة أسس ثابتة للميكانيكا الحيوية، بما يخدم فن الأداء الرياضي الأمثل.

ثالثا: مواصلة تطوير مناهج البحث الخاصة بالميكانيكا الحيوية.

رابعا: تطوير مناهج البحث النوعية، فيما يتعلق بالميكانيكا الحيوية، من حيث سرعة وفورية الحصول على المعلومات لاستخداماتها في التدريب فنيا (المقارنة بين القيمة المرجوة والقيمة القائمة باستخدام أجهزة قياس الحركة المتوفرة).

خامسا: الاستناد على استخدام أسس الميكانيكا الحيوية في التدريبات الخاصة الهادفة إلى تطوير القدرات البدنية والنفسية المطلوبة (القوة، السرعة، رشاقة الجسم، القدرة على رد الفعل وسرعته).

2-2- الميكانيكا الحيوية الرياضية:

إن المحتوى العام للبيوميكانيك الرياضي يمثل حوصلة للعديد من الدراسات والأبحاث منذ فترة طويلة، والتي كان محور اهتمامها، الحركة، بصورة عامة وحركات الإنسان على وجه الخصوص، فمنذ أن وضع أرسطو **Aristote** 384/322 الأسس الأولية للميكانيك ودراسته لقوانين الروافع وأثرها على حركة الأجسام المادية والحية. استمرت مجهودات الباحثين والعلماء في نفس النسق والذين كان لهم الفضل في إثراء حقل المعرفة بالعديد من القوانين والحقائق التي تحكم – الحركة – كأرخميدس Archimedes 287/312 ق/م صاحب نظرية "دافعة السوائل" والتي تفسر حركة السوائل فقد استمرت العلوم في التقدم إلى أن جاء العالم والفيلسوف ابن سينا 1037/930 والذي يعتبر من الأوائل الذين اهتموا بدراسة الجهاز العضلي إلى جانب الطبيب الإيطالي الشهير -borilli– Shofane – 1979/1608 والذي وضع طريقة عملية لتحديد موضوع مركز كتلة الجسم ودراساته أيضا لميكانيكية حركة الأجسام الحية والذي أصدر كتاب بعنوان – حركة الحيوانات-

وبعد اطلاعنا على مختلف المصادر والمراجع الخاصة بالبيوميكانيك الرياضي فإنه يمكن القول بأن الدراسات الجادة في موضوع تحليل الحركات الإنسان كانت في منتصف القرن التاسع عشر وذلك عندما ظهر في العالم العالمين –إدوارد-ويفر- -Edward and weivher 1836 من ألمانيا واللذان طبقا القوانين الميكانيكية حول حركة المشي للإنسان وأصدرا كتاب كان له صدى كبير في أوساط البحث العلمي بعنوان –**ميكانيك المشي للإنسان**- إلى جانب عالم التشريح الروسي – -Leizfift 1909/1837 والذي ساهم في وضع بعض الأسس النظرية لهذا التخصص وذلك من خلال دراساته المتعددة والتي أجملها في كتاب بعنوان – **أسس الجمناستيك الطبيعي**- والذي مثل بداية فعلية لدراسة نظريات الجسم بحيث بين من خلاله الإمكانية الحركية للإنسان بأجزاء جسمية ،وقد كان في نفس الفترة -**Koutikove** - كأول أستاذ في البيوميكانيك الرياضي في الإتحاد السوفياتي سابقا والذي استعمل نتائج مختلف الأبحاث السابقة تحت عنوان – وظيفة العضلات-...والذي أصدر كتاب سنة 1939 بعنوان – الميكانيك الحيوية للتمارين الرياضية-

- ولا بد من الإشارة إلى أن تقدم العلوم الأخرى (كالتشريح.الفسيولوجيا..) والتي يمثل جسم الإنسان موضوعها الأساسي،اظافة إلي الإطار النظري للميكانيك ساهمت بشكل كبير في تحديد المحاور الرئيسية للبيوميكانيك الرياضي كعلم متخصص يعني بدراسة الحركة والتكنيك الرياضي خلال الأداء الحركي لمختلف الفعاليات الرياضية.

-فالبيوميكانيك الرياضي يعتبر الحجر الأساسي لتقدم اللاعبين في أدائهم الحركي وذلك من خلال تطبيق مختلف الحقائق العلمية المتعلقة بالخصائص الحركية الدقيقة لمختلف الجسم في مختلف الوضعيات خلال الأداء.

وبناء على ما سبق ذكره يمكن القول بأن: البيوميكانيك الرياضي هو العلم الذي يهتم بتحليل حركات الإنسان تحليلا يعتمد على الوصف الفيزيائي (الكينماتيك) بالإضافة إلى التعرف على مسببات الحركة (الكينتيك) بما يكفل اقتصادا وفعالية في الجهد.

ويعرف هوخموت --Hochmuth– 1975: البيوميكانيك الرياضي على أنه علم تطبيق القوانين والمبادئ الميكانيكية على سير الحركات الرياضية تحت شروط بيولوجية (التشريحية والفسيولوجية..).

-ومن جهة أخرى تم تقسيم البيوميكانيك إلى قسمين ووفقا للحركات التي يؤديها الإنسان وكما يلي:

• القسم العام والذي يبحث في القوانين والأنظمة الأساسية التي تحكم الأجسام الحية أثناء السكون وبذلك يسمى الثابت (الستاتيك) والمتحرك (الديناميك)...(لؤي غانم الصميدعي،1987،ص42)

أما الجزء الآخر فهو التطبيقي والذي يهتم في حل المشاكل الحركية العلمية التي تعترض حركة الإنسان وتحسينها وكذلك الأوضاع المثالية والاقتصادية في الجهد خلال ممارسة الفعاليات الرياضية المختلفة أو تطبيق البرامج أو التأهيلية.

2-3- الأهداف العامة للميكانيكا الحيوية للحركات الرياضية:

دراسة القوة وتأثيراتها على جسم الرياضي المؤدى للحركات الرياضية، أو هي تطبيق للمبادئ والقوانين الميكانيكية على سير الحركات الرياضية تحت شروط بيولوجية معينة.

- تحسين الأداء الفني (التكنيك)

أن تطبيق الميكانيكا الحيوية لتحسين الأداء الفني يتخذ اتجاهين: -

• أما أن يستخدم المدرب أو المدرس المعلومات الميكانيكية لتصحيح أداء (عمل) الرياضي أو الطالب لكي يحسنوا تنفيذ المهارة.

• وأما عن طريق إجراء البحوث (الميكانيكا الحيوية) لاكتشاف تكنيك جديد وأكثر تأثير لأداء المهارات الرياضية.

ففي الاتجاه الأول: يستخدم المدربون والمدرسون طريقة "التحليل البيوميكانيكي الكيفي analyse biomecanique Qualitative " في عمليات التدريب أو التدريس ليؤثروا على تغيير التكنيك.

وفي الاتجاه الثاني: يستخدم باحثوا الميكانيكا الحيوية "التحليل البيوميكانيكي الكمي analyse quantitative du biomecanique " لاكتشاف التكنيكات الجديدة ، ثم يعرضوها على المدربين والمدرسين لتطبيقها على لاعبيهم (السكري، 2002، الصفحات 22-23) .

- تطوير واستحداث أدوات جديدة:

ساهمت الميكانيكا الحيوية أيضاً في تصميم الأجهزة والأدوات الرياضية ، مثل تصميم الأحذية الرياضية الخاصة بالرياضات المختلفة ، الجري ، العدو ، المشي ، الاسكواش ، كرة السلة ، وغيرها حيث يستند التصميم على وظيفتين :امتصاص الصدمات ، والتحكم ، وغيرها من الأدوات التي ساهمت الميكانيكا الحيوية في تصميمها أو تطويرها.

وقد يكون لهذه الأدوات والمعدات تأثير مباشر على الأداء , أو عن طريق حماية اللاعب ومنع الإصابة – تأثير غير مباشر – وبجانب هذه الأدوات والمعدات التي ذكرت عاليه ، هناك كثير من الرياضات تحتاج الى أنواع معينة من الأجهزة.

- تحسين التدريب:

سؤال آخر !! كيف للميكانيكا الحيوية ان تساهم في تحسين الأداء في الرياضة والأنشطة البدينة؟ وماذا عن التدريب؟

ان للميكانيكا الحيوية الزيادة الاولى في كيفية تعديل أو تطوير التدريب ليناسب

- تطوير الأداء.

ويحدث هذا التطبيق للميكانيكا الحيوية بطرق عديدة.

ان تحليل الأداء والوقوف على العيوب أو مميزات التكنيك المستخدم من قبل الرياضي يمكن ان يساعد المدرب أو مدرس التربية البدنية على تعيين أو تحديد نوع التدريب الذي يحتاجه ويتناسب مع الرياضي لتحسين أداءه. فقد يكون العيب في نقص صفة

القوة للاعب أو صفة التحمل مثلاً أو في مجموعات عضلية معينة ، أو في نقص سرعة الحركة ، أو في اداء اللاعب نفسه للتكنيك.

– منع (أو الوقاية من) الإصابة وعمليات التأهيل

يعتقد البعض ان الهدف الثاني من دراسة الميكانيكا الحيوية في المجال الرياضي هو الوقاية من الإصابة أو منعها ثم الإسهام في عمليات التأهيل يعدها ولكننا نقول انه يجب ان هذا الهدف هو الأول وليس الثاني.

فالدارسة والتحليل تؤدي الى تعمق فهم المدربين ، المدرسين ، وكذلك الممارسين بتفصيلات الحركات وبالطرق والأساليب الصحيحة لتعليمها وتأديتها وكيفية تطويرها ، وبذلك يمكن تلاشى الأخطاء المؤدية للعديد من الإصابات المرتبطة ببعض المسابقات والأنشطة الرياضية .

هذا بالإضافة الى الإسهام في استحداث تدريبات وقائية من الإصابة بالنسبة لكل نوع من أنواع الأنشطة الحركية مثل التدريبات مثل التدريبات الوقائية أو المخففة لإصابة الركبة أو المفصل القدم أو إصابة مفصل المرفق ،كما تساهم أيضا في تحديد الأسباب والأوضاع التي تؤدي الى وقوع الإصابة.

ونقول مرة أخرى ان الميكانيكا الحيوية يمكن ان تمدنا بالأساس لتعديل أو تغيير التكنيك ، الأدوات ، التدريبات ، لتوقي أو منع الإصابة وكذلك في عمليات التأهيل بعدها. (السكري، 2002، الصفحات 27-31).

– وعلى الرغم من تعدد مجالات علم البيوميكانيك بشكل عام فالبيوميكانيك الرياضي يقتصر مدرب ومدرس التربية الرياضية، واللاعبين وكذا الباحثين في هذا المجال سواء على مستوى التحليل الحركي، أو تحديد النماذج المثالية –**Les Modèle**– للحركات الرياضية وكذا دراسة خصائص ومميزات الأدوات الرياضية كالأحذية والكرات إلى جانب كل الوسائل والمعدات المستعملة خلال الأداء الحركي والتي يجب أن يراعي خلالها شروط الأمن والسلامة خلال التدريب وخاصة في بعض الرياضات كالجمباز وعلاقتها بمستوى الإنجاز الرياضي.

وعلى هذا الأساس يتوجب من القائمين على إعداد الرياضيين أن يكونوا على دراية بكل ما يتعلق بالأداء الفني للمهارات قبل أن يقبلوا على تدريسها وتطويرها وهذا يعتمد على فهم الأسس العلمية والشروط البيوميكانيكية المهارات والتي تمثل الأساس في عملية إعداد الرياضيين.

وكما ذكرنا سابقا بأن أهمية معلم أو مدرس التربية الرياضية تأتي في التدريس وطرقه، وهذا يعتمد على الأسس العلمية للتعلم الحركي وفسيولوجيا التدريب والأداء الفني للمهارات والتمارين المستخدمة في درس التربية الرياضية ومن الجدير بالذكر بأن مدرس التربية الرياضية لا بد أن يعي ويفهم الأداء الفني للمهارات قبل لأن يقوم بتدريسها وهذا يعتمد على فهم المدرس للأسس العلمية لشروط الخاصة لبيوميكانيكية هذه المهارات، والتي يعتبر من الأمور الأساسية المهمة جدا للمدرب الرياضي وخصوصا إذا كانت مثل الجمناستيك، وألعاب القوى والألعاب الأخرى، حتى إن بعض الأبحاث تؤكد أهمية الأداء الفني لراكض المسافات الطويلة مع العلم إن هناك إجماعا بأن هذه اللعبة تعتمد على التحمل الهوائي ولا دخل للبيوميكانيك في هذا الجانب.

2-4-مجالات الميكانيكا الحيوية الرياضية:

إن تفاعل القوى الميكانيكية الأساسية خلال حركة الجسم البشري مع السيطرة والتحكم الكامل بهذا الأداء من خلال الجهاز العصبي وردود الأفعال والإدراك الحسي ووفقا للهدف من الأداء أو الحركة لغرض تنفيذ هذا الأداء وتحقيق الإنجاز بالاعتماد على توضيح العلاقة بين السبب والنتيجة أعطى ذلك في أن يكون هناك مجالين رئيسيين للميكانيكا الحيوية في الرياضة وهما :

1-مجال تحليل الأداء : وفي هذا المجال تطرح عادة بعض الأسئلة :

1-ما هي خصائص تكنيك أفضل الرياضيين (مثلا ، ما الذي يميز لاعبي أو فرق الأدوار النهائية عن اللاعبين أو الفرق الذين تم اقصائهم في الأدوار التمهيدية)؟

-الجواب :أن التكنيك له علاقة بمتغيرات البيو ميكانيك الأساسية كعزوم القصور الذاتي والعزوم و الزخم المتحقق للجسم أثناء الحركة ومتعلقات القوة بالزمن والسرعة والحركة وكل هذه المتغيرات لها علاقة مباشرة بقياسات الجسم المناسب للرياضة المناسبة لذا نجد أن فرقا تصاعد الأدوار النهائية على حساب فرق أخرى نتيجة ذلك.

2-إلى أي مدى يمكن أن تؤثر عوامل معينة في الأداء الحركي وأداء الحركات المختلفة ككل (مثلا إلى أي مدى يمكن أن تؤثر خطوات الاقتراب في مسافة القفز أو الأداء لأي مهارة تتطلب ذلك). ؟

-الجواب :إن كل اقتراب للجسم يعني اكتساب ذلك الجسم سرعة والسرعة المتحققة تتناسب طرديا من المسافة الأفقية أو العمودية التي تنجز بعد الاقتراب (لحظة النهوض)لذا فإن الذي يمتلك السرعة أكبر يكون إنجازه أعلى وفقا للعلاقات التالية

3-ما هي الاختلافات الفنية بين كل من الرجال والنساء عند تطبيق الأداء لمختلف الحركات الرياضية (مثلا هل هناك اختلاف في نسب مراحل الوثب الطويل بين الرجال والنساء)وبين التخصصات الرياضية مثلا كرياضي الجمناستيك ، لماذا لاعبو الجمناستك قصيرين ولماذا دافعي الثقل يتميزون بالطول وكتلة الجسم الكبيرة ؟

-الجواب :ترجع الفروق في نسب المراحل الفنية أصلا إلى الفروق في القدرات البدنية بين المرأة والرجل إذ تتناسب طرديا مع بعضها البعض الأخرى من ناحية تحقيق العزوم المعيقة واكتساب الزخوم المناسبة وتحقيق النقل الحركي المناسب.

- أكبر طول لأفضل لاعب الجمنا ستك عادة بين مدى 1.55إلى 1.62متر بينما لاعبات الجمناستك النموذجيات مدى أطوالهن يتراوح ما بين 1.35إلى 1.50 متر وهن غالبا أقصر لأنهم يتعاملون عند القفز مع أجسامهم فالقوة النسبية هي المهمة وليس القوة المطلقة في الجمناستك لذا يمتلك رياضيو الجمناستك ميزة قصار القامة.

-دافعي الثقل يتميزون بطول وكتلة الجسم الكبيرة لأن قوتهم المطلقة هي الأهم لذا يتمتع الرياضيون بأبعاد جسمية كبيرة في هذه الرياضة وهكذا.

2-مجال تحليل الحمل: ونستعرض بعض الأسئلة في هذا المجال:

1-ما هي القوى المؤثرة في حركات متعددة (مثال ما هي قيمة الحمل الواقع على قدم الارتقاء أثناء الدفع والنهوض) ؟

-الجواب :يقصد بها تبادل القوى الداخلية والخارجية ومقدار القوة التي تتحملها العضلات عند أداء الحركات ضد الجاذبية مثلا قد يصل مقدار المقاومة التي يقع على عضلات رجل واثب الثلاثية إلى سبعة أضعاف وزنهم .

2-كيف تتغير الأحمال كنتيجة طبيعية للتعب(بداية اللعب أو المنافسة ونهايتها كما عند العداء 100م إذ يكون هناك اختلاف في نمط الخطوة بين بداية ونهاية السباق) ؟كيف يمكن التغيير في التدريب لتخفيض الأحمال؟

-الجواب : تتبلور في كيفية زيادة الكفاءة الرياضي على أداء في ظروف التعب، يمكن العمل على شدة التدريب وفقا لنظريات ميكانيكية لتجاوز هذه المشكلة كنظرية الطاقة الحركية كما سيأتي شرحها لاحقا.

- لقد تزايدت عملية الأبحاث في مجال التدريب والمنافسة وبناءا عليه فانه يجب على كل مدرب أن يحصل على بعض المعلومات الأساسية الأكثر أهمية ، بهدف فهم نتائج الأبحاث البيوميكانكية ، حتى يجد إجابات على تساؤلاته.

(شاكر م.، 2014، الصفحات 376-377-378)

2-5- الأهداف الميكانيكية الأساسية للمهارات الرياضية:

إن تصنيف المهارات يمكن أن ينطلق من أهدافها الميكانيكية الأساسية أو الأولية، فالتركيز على تطوير فاعلية الأداء من خلال التدريب ينطلق من هذه الأهداف، التي يمكن التعبير عنها بالمصطلحات المستخدمة في الميكانيكا التقليدية، فعلى سبيل المثال يتحدد الهدف الميكانيكي الأساسي أو الأولي من الضربة الساحقة، في ضرب الكرة لكي تتحرك بأعلى سرعة ممكنة في اتجاه ملعب الخصم، وبذلك تصبح الكرة جسما مقذوفا يمكن معالجة حركته ميكانيكيا بقوانين المقذوفات، ، أما المهارات التي تتميز بأغراض أو أهداف ميكانيكية أساسية متعددة فإن تحديد أولوية هذه الأهداف يعتبر من الأمور المهمة في تصنيف هذه المهارات فمن المثال السابق هل السرعة أهم من موقع وصول الكرة؟ أي بمعنى هل السرعة أهم من الدقة؟ وإن كان الأمر كذلك فهل يمكن التحكم في الأهداف الميكانيكية الأساسية وبالتالي أسلوب تصنيف المهارات في ظل هذا المبدأ.

-ولذا فقد وضعت قائمة بالأهداف الميكانيكية الأساسية وتصنيف المهارات الرياضية في ضوئها للاسترشاد بها في تحليل الأداء المهاري والتي يوضحها الجدول التالي: (حسام الدين، 1993، صفحة 52).

رقم	الهدف الميكانيكي الأساسي	المهارة
1	انطلاق الأداة أو الجسم لأقصى مسافة أفقية.	القرص، الرمح، الجلة، الوثب الطويل، الثلاثي.
2	انطلاق الأداة أو الجسم لأقصى ارتفاع رأسي.	الوثب العالي، القفز بالزانة.
3	انطلاق الأداة بأعلى مستوى دقة	رماية السهام، الرماية، التصويب في كرة.
4	انطلاق الأداة بأعلى مستوى دقة مع توافر عنصر السرعة لتعزيز فعالية الأداء.	الضرب الساحق، الإرسال في التنس، الإرسال في كرة الطائرة.
5	التغلب على مقاومات	السباحة، المصارعة، الجيدو.
6	حركة الجسم لمسافة محدودة مع أو بدون تحديد زمن للأداء.	السباحة
7	تحريك الجسم وأجزائه لإنجاز نمط حركي أساسي	جمباز، غطس ترامبولين، كمال أجسام.
8	تحريك الجسم في ظروف بيئة ميكانيكية مختلفة.	الغوص، تسلق الجبال.

الجدول (1)يبين قائمة الأهداف الميكانيكية الأساسية للمهارات الرياضية

ومن التصنيف السابق يتضح أن هناك بعضا من المهارات المستخدمة تمثل مسابقات مستقلة كرمي القرص أو الوثب العالي، وبعضها مهارات من رياضات أو مسابقات كالضرب الساحق ولكن الهدف الميكانيكي الأساسي قد يحقق أو لا يحقق في حد ذاته أهداف هذه الرياضات أو المسابقات إلا أن المسألة ترتبط بالنتيجة النهائية فما يحدث داخل مباراة كرة السلة ليس له علاقة بما يحدث في الرمية الحرة هدفا للمسابقة نفسها، كما أن مجموعة الحركات التي يلجأ إليها اللاعب في سباحة الزحف تمثل هدفها الميكانيكي الأساسي في اكتساب الجسم أقصى سرعة وهو ما تهدف إليه مسابقة السباحة.

- و الخلاصة أن استخدام الهدف الميكانيكي الأساسي كقاعدة لتصنيف المهارات ليس إلا مجرد تحديد مبدئي يساعد في العديد من الأمور التي ترتبط باحتمالات التقييم بين مهارات الرياضات المختلفة..

-وفي السنوات الأخيرة أصبحت الحاجة إلى البيوميكانيك ماسة كونه أحد علوم الرياضة التي تعتمد عليها الألعاب بدرجة كبيرة من الأهمية، وقد يرجع ذلك إلى سببين هما:

- ✓ التطور الملحوظ في مستوى الأداء الرياضي في مختلف الألعاب .
- ✓ التقارب في المستوى بين الأبطال والذي يصعب تحديده بالعين المجردة

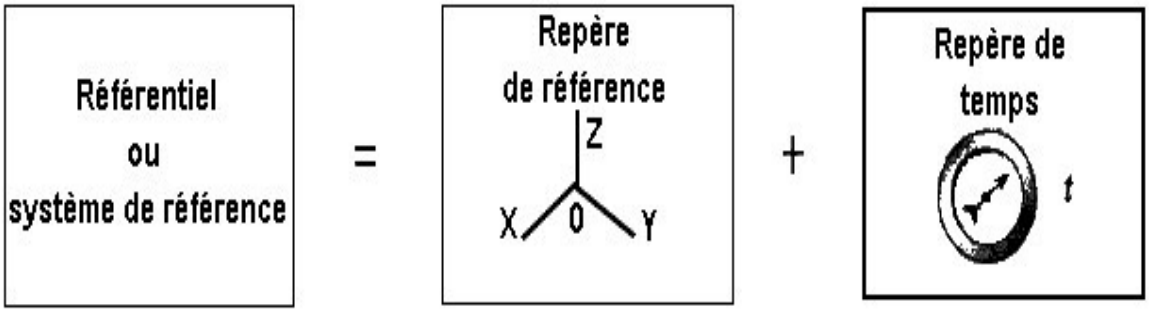
-المحاضرة الثالثة

3- المبادئ الميكانيكية الأولية لدراسة الحركة

3-1- مفهوم الحركة وإطارها المرجعي

يرتبط مفهوم الحركة بالفهم الدقيق للطرق التي يمكن أن يتحرك بها الجسم أو مجموعة الأجسام، وكيف يمكن أن تتم هذه الحركة؟ والمؤثرات التي تحدد إطارها؟ ويمثل التعرف على مكونات النظام المتحرك أولى خطوات دراسة الحركة. ويعني النظام المتحرك هنا الجسم أو مجموعة الأجسام أو الأجزاء المكونة له، فقد تكون الدراسة لحركة الجسم البشري ككل أو قد تكون لأي جزء من أجزائه كالذراع أو الرجل أو الفخذ. (الصميدعي، 2011، صفحة 43).

ولتحديد الحركة ومعرفة تفاصيلها يستوجب ذلك تحديد الإطار الذي تحدث من خلاله حيث يعتبر أساس تحليل الأجسام، فعلى سبيل المثال يمكن وصف حركات العداء من خلال دراسة أجزاء جسمه بالنسبة لسطح الأرض.



الشكل (08): يبين مكونات المعلم المعتمد لدراسة الحركة

وبصفة عامة ففي دراسة حركة الجسم البشري يجب أن تستخدم نقط مرجعية ثابتة- محاور وأسطح الحركة- و التي يمكن أن تقاس الحركة بالنسبة لها، كنقط الرجوع التي توضع على مفاصل الجسم أثناء التصوير بهدف التحليل ودراسة الحركة. وللقيام بعملية

التحليل بالشكل الذي يضمن تحقيق الغرض منها فإن هناك العديد من المصلحات والرموز والمعاني التي يجب الإلمام بها والتعرف على تفاصيلها وفيما يلي بعض المفاهيم والمصطلحات بالحركة.

3-2- القوة: la force

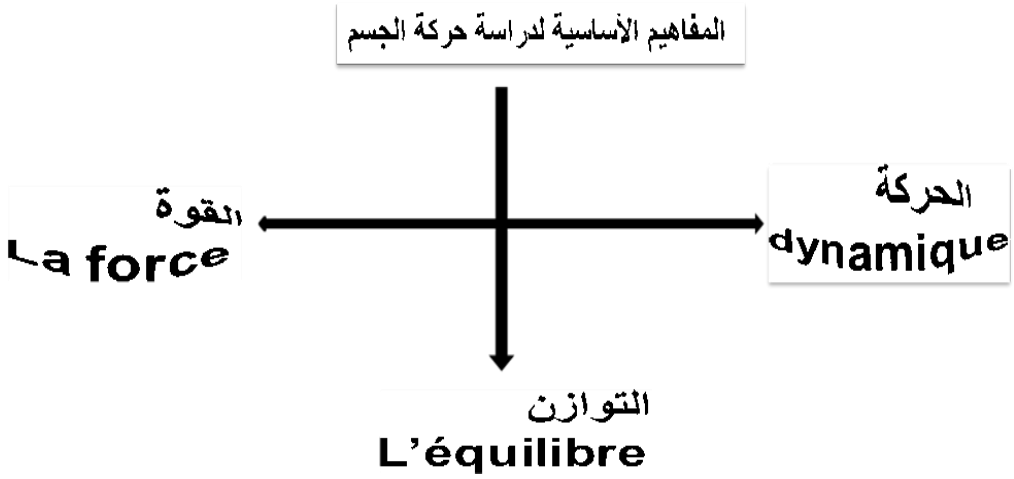
تعرف القوة بأنها ذلك المتغير الميكانيكي الذي يعبر عن مدى التأثير بين الأجسام سواء بالشد أو الدفع، كما تعرف بأنها العامل المؤثر في حدوث الحركة أو الميل إلى حدوثها أو تغييرها، وتقاس القوة بوحدة النيوتن في النظام الشائع استخدامه ويرمز لها بالرمز (F).

وإن معظم الأنشطة الرياضية تتطلب إما تحريك الجسم أو أحد أجزائه،أو إخراج قوة أشياء معينة مثل أدوات الرمي، كالجلة، القرص ... أو المضارب Les Raquettes التي تستخدم في بعض الألعاب كالتنس و القولف... ، حيث أن حركة هذه الأدوات لا يمكن أن تتم بدون وجود قوة تعمل على إحداث الحركة سوى للجسم كله أو أحد أجزائه أو في الأدوات المستخدمة.

ولذ لك فهنالك ثلاث مفاهيم أساسية لدراسة حركة الجسم و التي تتمثل في:(Hall, 2007., p. 35)

- الحركة
- التوازن
- القوة.

و التي سوف نتطرق إليها بالتفصيل في الدروس اللاحقة.



الشكل (09):يبين المفاهيم الأساسية لدراسة حركة الجسم

3-3-الضغط: la pression

يعني الضغط مقدار القوة المؤثرة عموديا على مساحة محددة ويميز بالنيوتن لكل سنتيمتر مربع أو لكل متر مربع(ن/سم^2)، والضغط ليس مرادفا للقوة ولكنه صورة ميكانيكية مختلفة رغم أنها متضمنة للقوة، فإذا قلت المساحة إلى النصف زاد ضغط القوة المعنية إلى الضعف فالفرد الذي يرفع ثقلا يزيد عن 400 نيوتن وهو يقف على كلتا القدمين (حيث مساحة السطح السفلى للقدمين 200 سم^2) يبذل ضغطا مقداره (400 نيوتن/200سم^2) أي (2 نيوتن/سم^2) أما إذا قام بأداء نفس العمل وهو يقف على قدم واحدة فإن الضغط هنا سوف يتضاعف حيث تقل المساحة إلى النصف وبالتالي فإن مقدار الضغط سوف يكون (400 نيوتن/100سم2) أي (4نيوتن/سم2).

3-4- الكتلة والوزن: la masse et le poids

- تعرف الكتلة بأنها ما يحتويه الجسم من مادة، أو مقدار ما يمكن أن يقاوم به الجسم أي نوع من الحركة تحت تأثير قوى خارجية و وحدة قياس الكتلة هي (كلغ) و هي وحدة قياس دولية .

- و مقاومة الجسم لهذا التغيير على ما يصطلح عليه بالقصور الذاتي أو الخاصية القصورية ,و لذالك فإن الكتلة الأكبر يكون قصورها أكبر أي أنه تكون قادرة على مقاومة الحركة بمعدل أكبر .

- أما وزن الجسم فهو مقياس لقوة الجاذبية بين مركز الأرض، ولذلك فإن قوة الوزن إنما تصل للأسفل مهما كانت وضعية الجسم أو الحركات التي يقوم بها. و يمكن حسابه من خلال المعادلة التالية : $\mathbf{P= m \times .g}$

حيث أن:

P : poids -الوزن

m : masse -الكتلة

g :gravité-الجاذبية

مما سبق يتضح لنا أن هناك تناسبا طرديا بين الكتلة (m) و الوزن (p) فالأجسام ذات الكتل الكبيرة تكون ذات وزن أكبر , و هنا يجب الإشارة إلى أن الكتلة و الوزن لا يتساويان من حيث القيمة فالوزن دائما عبارة عن قوة قد تتغير بتغير الجاذبية و التي قد تختلف من مكان لآخر , فمقدار الجاذبية على سطح القمر يمثل $\frac{1}{6}$ مما عليه على سطح الأرض وقد اصطلح على توحيد قياس قوة الجاذبية مهما اختلفت الظروف بمعدل 9.81 م /ثا^2 .

3-5- مركز الثقل:Centre de gravité

- مركز الثقل هي النقطة التي تتجمع فيها كتلة الجسم Body masse و الذي يرمز له بـ C.G centre de gravité.
أو هو النقطة التي يكون وزن الجسم موازيا عليها بالتساوي من جميع الاتجاهات
و يعرف كذلك مركز الثقل بأنه نقطة تقاطع المستويات les plans الرئيسية للجسم الأمامي، الجانب ، العرضي .
و يجب الإشارة هنا إلى أهمية معرفة مركز ثقل الجسم و أجزائه على درجة عالية في نجاح الحركات التي تتطلب التوازن و الثبات.
- تحديد مركز الثقل يساعد في عملية التحليل الميكانيكي للحركة .
- معرفة مركز ثقل الجسم خلال حركة الجسم ضد قوى الجاذبية يساعدنا على معرفة هل الجسم قادر لإخراج قوة على حساب حركة أو العكس (درس الدوافع)، و يعتمد تحديد مركز ثقل الجسم (C.G) على مايلي :

- وضع الجسم (وقوف , جلوس , ثني الجذع , ...) .
- تركيب الجسم .

و عادة مركز ثقل الجسم يكون وسط الجسم تقريبا وعل بعد حوالي 55%من طول الجسم من الأسفل إلى الأعلى و موقعه يختلف من فرد لآخر طبقا للعوامل متعددة.

3-6- القدرة :

يستخدم لفظ " القدرة " بصورة كبيرة في المجال الرياضي من قبل المدربين و اللاعبين... دون إدراك مفهوم معنى مصطلح القدرة في التعبير عن القوة المميزة في السرعة التي سببتها هذه القوة، و في الحقيقة القدرة عبارة عن معدل الشغل (**w**) و يعبر عنها بالمعادلة التالية:

حيث أن:**P=f×v k/s**

-f : La force - p : poids

-d : La distance - t : Le temps

3-7- الكميات القياسية والكميات المتجهة - vecteurs et Scalaires

خلال عملية دراستنا و تحليلنا لمختلف الحركات الرياضية فلابد أن هنالك العديد من المقادير الكميات التي يتوجب علينا حسابها من مختلف المعادلات الرياضية و القوانين الميكانيكية لتحديد مختلف المتغيرات المميزة لنوع و مسار الحركة سواء كانت حركة الجسم أو أحد أطرافه أو حركة الأدوات المستخدمة في مختلف الفعاليات الرياضية كالكرة , الجلة , الرمح ...

- و إن هذه المقادير لا تخرج عن نوعين اثنين و المتمثلان في:

- الكميات الموجهة les quantités.vectorielles
- الكميات غير موجهة. les quantités scalaires

حيث أن:

- أي كمية فيزيائية مثل القوة (f) و التي لها قيمة و اتجاه (direction) تسمى قيمة موجهة و يضاف إليها سهم دلالة على اتجاه عملها (→).وهي الكميات التي لا يكفي لتعريفها ذكر مقدارها فقط، بل ينبغي ذكر اتجاهها أيضا مثل القوة ككمية ميكانيكية، أو الإزاحة، أو الوزن، أو كمية الحركة... الخ.
- أي كمية فيزيائية ذات قيمة و لكن بدون اتجاه فإنها تسمى قيم غير موجهة مثل: الزمن, درجة الحرارة...

والكميات الغير الموجهة هي عبارة عن مقادير يمكن جمعها و ضربها و قسمتها أما الكميات الموجهة فيجب أن نتعامل معها عن طريق قوانين المثلثات و المبادئ الهندسية إلا إذا وقعت على نفس الخط (الاتجاه)..

- المحاضرة الرابعة:

4-الجهاز الحركي

4-1- الجهاز الحركي و مكوناته:

إن دراسة حركة جسم الإنسان لا تعتمد فقط على تطبيق الأسس والقواعد الميكانيكية فقط، بل يجب أن يؤخذ بعين الاعتبار النواحي التشريحية والفسيولوجية التي يتميز بها جسم الإنسان، حيث أن جميع الحركات التي يؤديها الفرد سوى في الحالات العادية أو أثناء أدائه لمختلف المهارات الحركية تتم نتيجة لتداخل وظائف ثلاثة أجهزة رئيسية، مترابطة فيما بينها في تناسق تام نتيجة آلية عمل الجهاز العصبي المركزي والتي تتمثل في:

- الجهاز العظمي والمتمثل في العظام.

❖ الجهاز العضلي والمتمثل في العضلات.

❖ الجهاز المفصلي والمتمثل في مفاصل الجسم.

و تعمل هذه الأجهزة في تناسق تام لإخراج معظم أنواع الحركات التي يقوم بها الفرد عن طريق آلية و عمل الجهاز العظمي، وسوف نحاول التطرق باختصار إلى أهم الجوانب والنقط الأساسية والمحددة لكيفية عمل هذه الأجهزة والتي من خلالها يمكن فهم وتقصي كيفية أداء الحركات الرياضية بمختلف أشكالها وأنواعها

4-2- الجهاز الهيكلي (العظمي):

على الرغم من أن مراجع علم التشريح تشير إلى وجود 206 عظمة مكونة للجهاز الهيكلي، لأن هنالك 177 منها فقط المشاركة في أداء الحركات. وعلى الرغم من وجود اختلافات متباينة بين عظام الجسم من أشكالها وظائفها إلا أنه طبقا لمبدأ التركيب يحدد الوظيفة فإنه يمكن تصنيف عظام الجسم إلى أربعة أنواع رئيسية هي:

- العظام الطويلة Les os Longs
- العظام القصيرة Le os courts
- العظام المستوية Les os plats
- العظام الغير منتظمةLes os irrégulières

وبالنظر تعدد أشكالها واختلاف أحجامها فهي تضمن العديد من الوظائف الأساسية و التي من أهمها:

- إعطاء الشكل الخارجي لحجم الجسم و أجزائه.
- حماية أجزاء هامة من الجسم مثل الدماغ و القلب .
- يساعد في إنتاج كرات الدم الحمراء .

لكن ما يجب التركيز عليه في تخصص الميكانيك الحيوية هو الإمكانات الميكانيكية التي يتيحها الجهاز الهيكلي كنظام ميكانيكي يتيح للجسم احتمالات حركية متعددة والتي هي أساس كل المهارات الرياضية وذلك من خلال :

- توفير الروافع المطلوبة للحركة (عظام طويلة) .
- توفير محاور ارتكاز للحركة (المفاصل) .
- توفر للعضلات مناطق نشوء و انتظام مما يزيد في القوة التي تنتجها .

وينقسم الجهاز الهيكلي في الإنسان إلى قسمين رئيسيين هما:

4-2-1- الجهاز الهيكلي المحوري:والذي يشمل الأعضاء التالية:

الجمجمة و التي تتكون من 29 عظمة , و الصدر و الذي يتكون من 25 عظمة , العمود الفقري الذي يتكون من 26 عظمة بالإضافة إلى 16 زوج من الضلوع-vertèbres -وكذلك عظام القفا التي تتكون من ثلاثة أجزاء متصلة .

4-2-2- الجهاز الطرفي: و الذي يتكون من الطرفين العلوي و السفلي.

و ينقسم هذا الجهاز إلى قسمين رئيسيين هما الطرف العلوي الأيمن و الأيسر, و يحتوي كل منهما على 32 عظمة, و الطرف السفلي الأيمن و الأيسر و يحتوي على 31 عظمة لكل منهما. ويمكن تمييز الخصائص التالية للعظام:

- عظام الأطراف السفلية أكثر صلابة وحجما من عظام الأطراف العلوية.

– العظام القصيرة مساهمتها في الحركة ضئيلة مقارنة بالطويلة.

– العظام الطويلة تعمل عادة على مفصلين واحد في كل طرف من طرفي العظم.

– العظام المستوية دورها في الحركة محدود جدا ويقتصر على عظام الحوض ولوح الكتف.

وتمثل العظام في الأداء الحركي دور الدوافع أو مصادر الحركة والتي تنزلق عليها العضلات خلال تقلصها وبالتالي فإن معرفتنا لأشكالها وخصائصها التشريحية تسمح لنا بتوظيفها خلال الإنجاز الحركي بشكل جيد وسليم لتفادي الإصابات والأوضاع الخاطئة التي تؤثر على الشكل النهائي للحركة.

4–3– المفاصل: les articulations

المفصل هو عبارة عن ارتباط بين عظمتين أو أكثر كما يمكن أن يكون الاتحاد بين عظمة و غضروف أو بين غضروفين أو أكثر و يربط جزئ أجزاء المفصل يبعضها نسيج ضام غالبا على هيئة أربطة .و تنقسم المفاصل تبعا لتكوينها أي تبعا للطريقة التي تتحدد بها العظام و الغضاريف حيث أن هذا الاتحاد و طريقته هما اللذان يحددان نوع الحركة التي يقوم بها المفصل:**والتي يمكن** تصنيف المفاصل الموجودة في الجسم على أساسها:

– مفاصل عديمة الحركة (مفاصل عظام الجمجمة (Le crâne).

– مفاصل محدودة الحركة (مفاصل فقرات العمود الفقري (La vertèbre)

– مفاصل ذات مدى حركي كبير(الرزي، الإرتكازي، الإنزلاقي...)

– مفاصل مقيدة الحركة أو محدودة الحركة مثل المفاصل الموجودة بين الفقرات حيث توجد بين كل فقرة و أخرى و سادة أو قرص مرن يعمل على امتصاص الصدمات كما يسمح بالحركة و يطلق على المفصل اسم المفصل ألاتفاقي و هو نوع من المفاصل يتكون من جزء ثابت و أخر متحرك و يمتاز بوجود جسم متوسط يسمح بحركة مبسطة و محدودة مثل اتصال الفقرات.

Ball and Socket Hoint1 – مفصل الكرة و الحق

و هو يسمح بالحركة في جميع الاتجاهات كما يسمح بالدوران مثل مفصل الكتف و مفصل الفخذ.

Heng Joint – المفصل الرزي

يسمح بالحركة ذات المدى الواسع و اتجاه واحد و ذلك كما في مفصل الكوع و الركبة.

Pivot Point – المفصل ألارتكازي

يسمح بالحركة في اتجاهين كما يسمح بالدوران مثل المفصل بين الفقرتين العنقيتين العلويتين (حركة الرأس) و المفصل بين الكعبرة و عظام المرفق.

Gliduis Joint – المفصل الإنزلاقي

و ينزلق فيه العظام بعضها مع بعض في حركة محدودة مع المفاصل الموجودة بين عظام رسغ اليد و مفصل رسغ القدم.

Gondytoid Joint – المفصل اللقمي

يسمح للعظام بالحركة في اتجاهين دون الدوران مثل المفصل الموجود بين عظمي الزند و الكعبرة عند الرسغ حيث يسمح هذا المفصل بحركة الكب و البطح دون دوران.

4–3–1– أنواع المفاصل حسب الاتجاه التشريحي:

4–3–1–1–المفصل الرزي أو المداري:

هذا النوع يتكون من مفصلي أحدهما مكعب والثاني مقعر قليلا بحيث يتلائم السطح الأول تماما مع التقعر الموجود في السطح الثاني. وتحدث الحركة في مثل هذا النوع في مستوى واحد حول **المحور العرضي**.و يشمل هذا النوع مفاصل كل من: Le coude- le genou- inter phalange

4-3-1-2- مفصل الكرة والحق:

ويتكون هذا النوع من سطح مفصلي الأول على شكل كرة (دائري) الذي يندمج.... في تجويف سطح المفصل الآخر على شكل تقعر، وتحدث الحركة في مثل هذا النوع في **جميع الاتجاهات** بما فيها الدوران. ويشمل هذا النوع مفاصل كل من:

- الحوض La hanche
- الكتف L'épaule

4-3-1-3- المفصل المحوري:

و يتمثل هذا النوع في أنه يدور قسم من المفاصل حول محوره الطولي بينما علو مرتبط بقوة العضلة الأخرى من خلال حلقة ليفية يحدث الدوران بداخلها. و تكون الحركة في هذا النوع محددة و التي تتمثل في حركة الكب والبطح (pronation supination) والتي تتم حول **المحور الطولي**.ويشمل هذا النوع النهاية العليا للعظمى (Radias, Cubitus)

4-3-1-4-المفصل الإنزلاقي:

هو المفصل الذي يربط بين سطحين كلا هما مسطح أو منحني، و تكون الحركة في مثل هذه المفاصل إنزلاقية ،بحيث يشمل هذا النوع الحركة بين عظام سلاميات اليد ومشط القدم.Articulation de Métacarpe de main et pied

4-4- بيوميكانيك الجهاز الحركي :

يتطلب تحليل الحركات الرياضية من الناحية البيوميكانيكية توفر مجموعة من المعلومات الخاصة بالجهاز الحركي للإنسان و تستند الميكانيك الحيوية على المعلومات المتعلقة بعلم التشريح الوظيفي , وعلم فسيولوجيا العضلات فيما يختص بتكوين و قدرة الجهاز الحركي على الحركة .

- و بالنظر إلى الخصائص التشريحية المختلفة لأعضاء الجهاز الحركي فيعتبره العديد من الاختصاصيين في جسم الإنسان سلسلة متصلة من الروافع الحركية (leviers cinématique) تتصل فيما بينها بمحاور الارتكاز (المفاصل) , و حركة كل سلسلة من هذه الروافع يؤثر على الأجزاء الأخرى . وبالتالي فإن جميع أجزاء السلسلة الحركية يجب أن تكون قادرة على أداء الدور المناط بها في إتمام الحركة و فعالية الحركة يعتمد على تنظيم و تنسيق عمل أجزاء السلسلة مع بعضها البعض.

و الذي يسمح بأداء الحركة المطلوبة بغض النظر عن كونها حركة جزئية لحركة أجزاء الجسم أو حركة كلية لحركة الجسم ككل , ولذلك سوف نتطرق لأهم مكونات ووظائف الجهاز الحركي و التي لا يمكن الاستغناء عنها خلال عملية تحليلنا للحركات الرياضية و لكن يمكن الرجوع إلى مصادر و مراجع التشريح للاستفادة أكثر في هذا الجانب .

بحيث يتناسب شكل العظام و تركيبها بصفة خاصة مع وظائفها الميكانيكية من حيث الخصائص التالية حيث أن:

- عظام الأطراف الطويلة تكون منحنية من أحد جوانبها بطريقة تزيد في قوتها.
- اتصاف العظام بكتلة صغيرة .

و تتجلى مدى أهمية انحناء العظام و تقوسها من حيث أن التحميل الديناميكي يؤثر عليها بمقدار كبير من عزم القوة (عزم الانحناء) أما صغر كتلتها فيمثل كذلك أهمية خاصة في هذا الجانب حيث أنه يؤدي إلى تفادي حدوث مقاومة قصور ذاتي كبيرة في حالة الحركات السريعة و القوية مما يؤدي إلى زيادة نسبة زيادتها .

– ومن الأهمية للدارسين و المهتمين بدراسة الحركات الرياضية معرفة بعض المميزات و المواصفات التي تخص العظام من أجل الاستفادة أكثر خلال عملية تحليلنا الحركات و التي تتمثل في:

- أشكال العظام تتحدد طبقا لمبدأ التركيب يحدد الوظيفة Les structures déterminent les .fonctions
- العظام تصل لقمة نضجها و قوتها (maturation) في سن 35 .
- كتلة العظام (masse) عند الذكور أكبر بحدود 30% مقارنة بالإناث.
- أحد أهم خصائص العظام إعادة البناء (la reconstruction) و التي تجري فيها باستمرار.
- إن نقص معدل تناول الكالسيوم يوميا عن 500ملغ في مرحلة الطفولة و المراهقة يؤثر على نسبة السمك النهائي للعظام عند مرحلة البلوغ .
- جميع العظام تعمل بنظام الزوجين " paire" تماما مثل العضلات .
- الإناث يفقدن ما يعادل 35% من سمك العظام مقارنة بنسبة الثلثين عند الذكور خلال حياتهن.

– المحاضرة الخامسة:

5– الأسطح ومحاور الحركة

تمهيد:

– باعتبار الجسم البشري نظاما ميكانيكيا يشترك مع باقي الأجسام الأخرى في العديد من الخصائص الحركية , فإن استخدامات علم الميكانيك بفروعه المختلفة و مختلف الأسس و المتغيرات الخاصة بالحركة قد أفادت كثيرا في دراسة حركة الجسم و تحديد العديد من خصائصه و مميزاته الحركية .و إن تحديد و دراسة حركات الجسم و أجزاءه المختلفة بفضل استخدام مصطلح أسطح الحركة و هي الأسطح الفراغية التي يتحرك عليها الجسم و محاور الدوران التي تحدث حولها هذه الحركة .

و المقصود بمستوى أو سطح الحركة علو المستويات أو الأسطح الفراغية التي تتم عليها الحركة, فنظرا لوجود ثلاثة أبعاد فإن هذا يعني وجود ثلاثة أسطح فراغية و ثلاثة محاور متعامدة عليها.و بالنسبة لحركة جسم الإنسان و مختلف أجزائه, فإن الحركة تتم في ثلاثة مستويات أو أسطح الحركة و هذه الأسطح الثلاثة تتعامد مع بعضها البعض, بحيث يقسم كل سطح فيها الجسم "أو أجزائه " إلى قسمين متساويين في الوزن.

5–1–. مستويات ومحاور الحركة: Les plans et les axes du mouvement

–عند محاولتنا دراسة أو وصف أي حركة من الحركات الرياضية وصفا فيجب علينا أولا الإلمام بالمصلحات المستخدمة (التشريحية) في وصف الحركة، وإن وصف حركة الجسم أو أحد أعضائه ترتكز بالأساس على وجود شيء ثابت وهندسيا يصطلح عليه بالمعلم Repère حيث من خلاله يمكن تحديد نوع ومسار الحركة. فإذا تحرك أي عضو من الجسم فيمكننا اعتبار باقي أعضاء الجسم مرجعا لهذا العضو والذي يحدد مقدار ومدى الحركة الحاصلة.

–وقبل التطرق إلى محاور فيجب الإشارة إلى أن الاختصاصيين في ميدان التشريح –L'anatomie– قد حددوا وصفا أساسيا يمكن من خلاله تحديد نوع الحركة التي يتحركها الجسم أو أحد أعضائه والمتمثل في الوضع التشريحي

–La position anatomique– والذي يتمثل في وقوف الفرد منتصبا مع توازي القدمين والمرفقين على امتدادهما والكفين يكونان موجهين إلى الأمام. وإضافة إلى هذا الوضع فهنالك وضع الوقوف العادي الشكل والذي يختلف عن الوضع التشريحي في أن اليدين يكونان مواجهان للجسم. ولكن مادام أن حركات الإنسان كثيرة ومتوسعة مثل باقي الأجسام بحيث يتخذ عدة أوضاع مختلفة مما يفرض علينا تحديد الإطار الرسمي والموحد لهذه الحركات الذي يتمثل في محاور أسطح الحركة.

5–1–1– مستويات الحركة: Les plans du mouvement

-المستوى هو عبارة عن مسطح له وجهين ومن الناحية الهندسية فهو المستوى المنظم في الفراغ. ويتفق الباحثين والدارسين في مجال الحركة والهندسة على أنه يتم تحديد الحركة في الفراغ بثلاث أسطح أو مستويات فراغية متعامدة تلتقي في نقطة هي مركز ثقل الجسم والمبينة في الشكل (10) والمتمثلة في: (عارف صالح الكرمدي،2015،ص36)

5-1-2- المستوى السهمي (الأوسط): le plan sagittal (médial)

هو المسطح الذي يقسم الجسم إلى قسمين متساويين في الوزن ،أيمن وأيسر ،والحركة الانتقالية التي تتم على هذا السطح تكون للأمام والخلف مثل التمرير في كرة اليد الضرب الساحق في كرة اليد ،أما الحركات الدورانية التي تتم على هذا المسطح فهي الدحرجات بأنواعها ،الشقلبة على اليدين ،الدوران حول العقلة.

5-1-3- المستوى الأمامي (الجانبي) le plan frontal (latéral)

هو المسطح الذي يقسم الجسم إلى قسمين متساويين في الوزن ،أمامي وخلفي ومسار الحركة في هذا المستوى لأعلى وأسفل.

مثل :حركة رفع الذراع جانبا في التبعيد والتقريب ،الوثب لأعلى وأسفل ،تنطيط الكرة ،وهذه تسمى الحركات الانتقالية .أما الحركات الدورانية التي تتم موازية لهذا المستوى مثل حركة ثني الجذع ،العجلة في الجمباز.

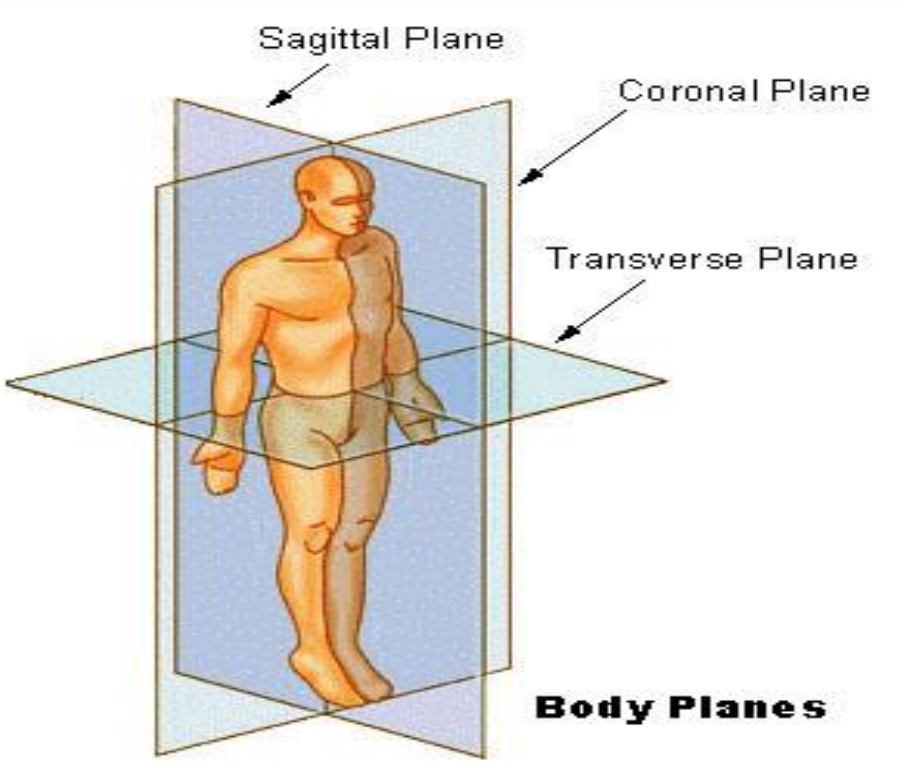
5-1-4 - المستوي الأفقي (العرضي) le plan transversale (Horizontal)

هو المسطح الذي يقسم الجسم إلى قسمين متساويين في الوزن ،لأعلى وأسفل وهو مستوي موازي لسطح الأرض والحركات الانتقالية مثل حركة الذراع من جنب إلى جنب ،أما الحركات الدورانية مثل حركة لف الجسم دورات راقصة الباليه ،والحركة تكون فيها موازية للسطح الافقي .

وهذه الأسطح الثلاثة تسمى بالأسطح أو المستويات الفراغية الأصلية للحركة في الفراغ لأنها تمر بمركز الثقل، وأن حركته من حركات الجسم أو أي جزء من أجزائه تنسب لهذه الأسطح أو ما يوازيها في الفراغ.

-تتعامد الأسطح الثلاثة في التقائها مع بعضها وينشأ عن التقاء كل سطحين منها خط وهمي يعرف بالمحور. وإن هذا المحور إما أن يكون خطا ثابتا واضحا، وإما أن يكون نقطة تحدث حولها الحركة الدورانية باستثناء انزلاق أسطح التمفصل في ..... المستعرضة لفقرات العمود الفقري.

-ويجب الإشارة إلى أن معظم حركات الأطراف تحدث بحركة دورا نية، وأن هذه الحركات تحدث حول محاور خاصة بالدوران وداخل مستويات خاصة بها، وعلى هذا فإن وصف حركات الأطراف..... لبعضها البعض يصبح أكثر وضوحا باستخدام محاور الدوران حول الطرف أو العضو المتحرك.



الشكل رقم(10) يبين الأسطح التي تتم فيها حركات الجسم

5-2- محاور الحركة:

عندما يتحرك أي جزء من جسم الإنسان فانه سيتحرك ويدور حول مستويات وهمية للدوران تمر داخل المفصل المرتبط بالحركة، فهنالك ثلاث مستويات إشارة لوصف حركة الإنسان كل منها عموديا على احد مستويات الحركة الثلاث.وإن محاور الحركة مثلها مثل المستويات متعامدة على بعضها البعض وهنالك ثلاثة محاور أساسية تتم حولها كل حركات أطراف الجسم والتي معظمها تمر بالمفاصل والمتمثلة في:

5-2-1- المحور السهمي: l'axe Antéropostérieur(Z)

هو المحور الذي يخترق الجسم من الامام إلى الخلف، وهو محور افقي مواز للأرض ويقسم الجسم **إلى** نصفين متساويين في الوزن أيمن وأيسر ، ويرمز له بالرمز (AP axe) ،وبما أنه يقطع المستوي الأفقي والجانبي فيمكن أن نطلق عليه مصطلح:L'axe sagittal- transversal وتتم فيه الحركات الجانبية كالعجلة ،حركات التبعيد و التقريب وثني الجذع على الجانبين .

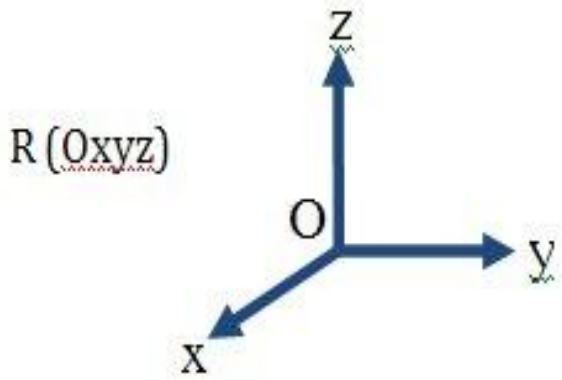
5-2-2- المحور العرضي: L'axe transversal (X)

هو المحور الذي يخترق الجسم من الجنب إلى الجنب الآخر ،ويقسم الجسم إلى جزء علوي وآخر سفلي وهو محور وهمي يدور حوله لاعب الغطس ، الدور الهوائية الأمامية والخلفية للاعب الجمباز ،وكذلك هو محور حقيقي الذي يدور جوله لاعب الوثب العالي ومن أمثلة الحركات ثني الجذع اماما وخلفا ،الدحرجة الامامية والخلفية ،ركل الكرة. وبما أنه يتقطع مع المستوي الأفقي والأمامي فيمكن أن نطلق عليه(L'axe Frontal- transversale)

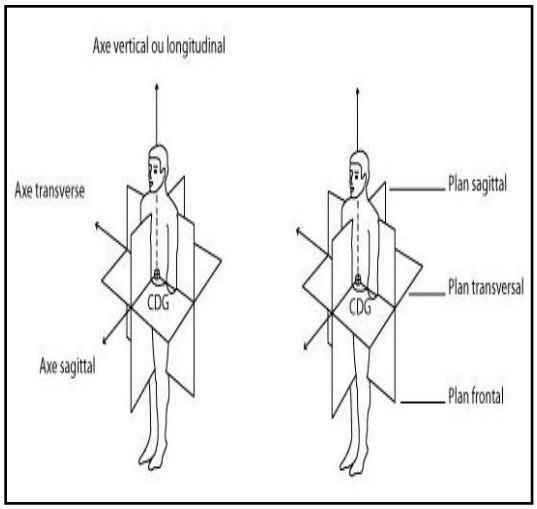
5-2-3- المحور الطولي (الرأسي): (y) L'axe longitudinal

هو المحور الذي يخترق الجسم من أعلى لأسفل ويسمى بالمحور الطولي وتتم حوله حركات لف الجنب من اليمين إلى اليسار ، دورات راقصة الباليه . وبما أنه يتقاطع مع المستوي الأمامي والجانبي فقد يمكن أن نطلق عليه: L'axe Frontale-sagittale.

و على سبيل الإيضاح لكيفية توظيف المحاور والأسطح الخاصة بالحركة من أجل تحديد نوع ومجال الحركات سوى كانت لأحد أطراف الجسم أو حركة الجسم كله. فيمكن اعتبار – **الوضع التشريحي**- هو الوضعية الأساسية، فالقيام بحركة تني الذراع في مفصل المرفق مثلا. فما هو المستوى الذي تتم فيه الحركة وحول أي محور؟ فالحركة تتم في المستوى الجانبي وحول المحور العرضي.

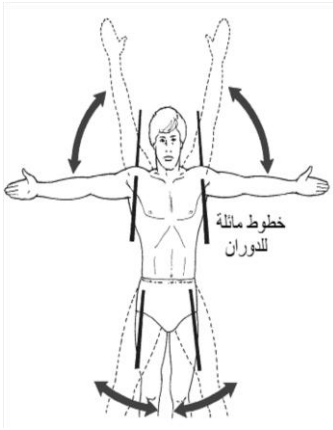


الشكل رقم (11): يمثل المحاور المتعامدة لحركات الجسم

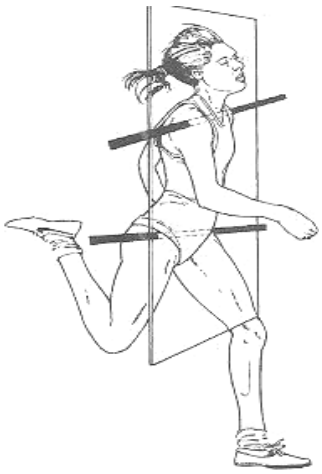


الشكل رقم (12) يبين المحاور و الأسطح التي تتم عليها حركات الجسم

الشكل (13):يتطلب سباق الدرجات حركة منحنية بالمستوى الجانبي Sagittal plane بواسطة الرجلين



-الشكل 14): للدوران خطوط مائلة تتم في السطح الأمامي الأكبر هي

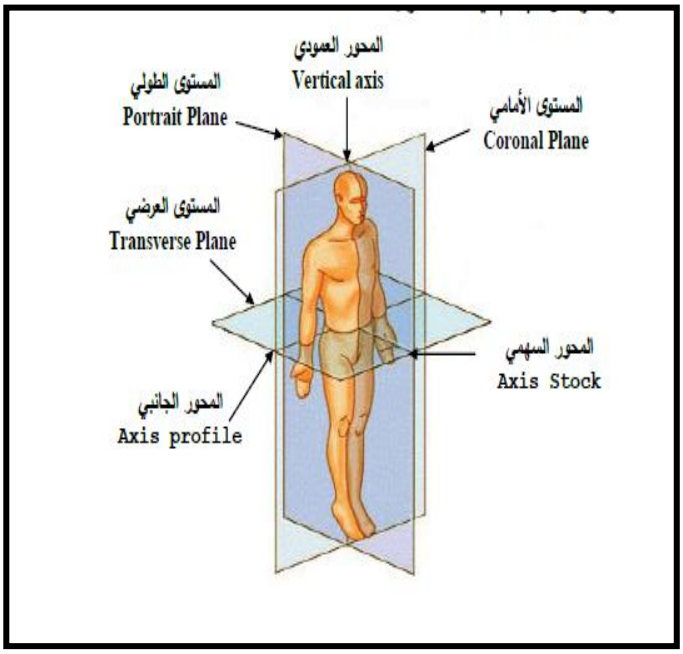


الشكل (15): للركض خطوط الدوران والتي خطوط أمامية تمر في الأكتاف والحوض

5-3- أهمية المحاور و المستويات في دراسة الحركة:

يتميز جسم الإنسان بوجود تقوسات و تقعرات أو طيات أو بروزات في الجسم و لهذا السبب فإن معرفة و دراسة أسطح الحركة التي يعمل ضمنها جسم الإنسان يساعد في تحديد مركز أي جزء من أجزاء الجسم قياسيا بمركز ثقل الجسم و موقع هذا الجسم من المحاور الثلاثة في مختلف مراحل الحركة . عند التصوير السينمائي لمجريات الحركة و المعرفة بطريقة(cinématographie) نقوم بالتقاط صور سريعة متتالية تسمى (Frames) لمجريات الحركة بعد أن تكون قد وضعت أشرطة لاصقة تظهر واضحة على الصور , و ذلك في نقاط محددة عادة تكون في المفاصل الجسم .

-وعند الوقوف في الوضعية التشريحية تلتقي المستويات الثلاثة الرئيسية في نقطة واحدة وتسمى مركز كتلة الجسم ومركز الجاذبية (شكل1 -2) قد وردت خطوط الإشارة الوهمية هذه بدرجة 45 إلى اليمين.



الشكل (16) يبين أسطح ومحاور الحركة حسب Williams, 1986)

- إن تعامد الأسطح الثلاثة و التقائها مع بعضها البعض ،وينشأ عن التقاء كل سطحين منها خط وهمي يعرف بالمحور. وإن هذا المحور إما أن يكون خطا ثابتا واضحا، وإما أن يكون نقطة تحدث حولها الحركة الدورانية باستثناء انزلاق أسطح التمفصل في ..... المستعرضة لفقرات العمود الفقري. ويجب الإشارة إلى أن معظم حركات الأطراف تحدث بحركة دورانية، وأن هذه الحركات تحدث حول محاور خاصة بالدوران وداخل مستويات خاصة بها، وعلى هذا فإن وصف حركات الأطراف المتحركة لبعضها البعض يصبح أكثر وضوحا باستخدام محاور الدوران حول الطرف أو العضو المتحرك.

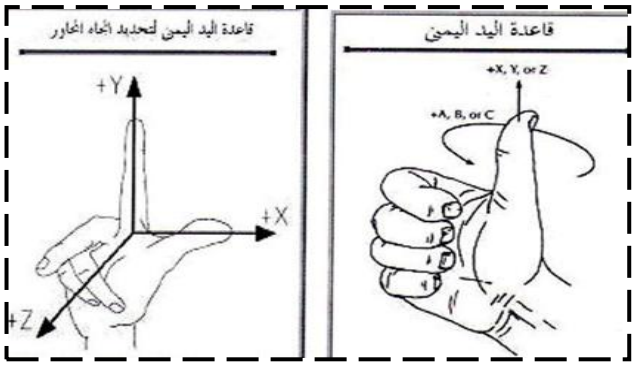
وعلى الرغم من إن كامل الجسم يتحرك طولا أو بشكل موازي للخط الرئيسي فان حركة أجزاء الجسم الفردية يمكن إن توصف بأنها حركات بالمستوى الجانبي أو حركات بالمستوى الأمامي أو حركات بالمستوى المستعرض . وعندما يحدث ذلك فان الحركات التي وصفت عادة ما تكون موازية لأحد المستويات الرئيسية. فعلى سبيل المثال الحركات التي تستلزم حركة أمامية أو خلفية يشار إليها حركات بالمستوى المائل، فعند تنفيذ الدحرجة الأمامية فان كامل الجسم يتحرك بشكل موازي إلى المستوى المائل وعند الركض في مكان معين فان حركة الذارعين أو الساقين تكون للأمام والخلف بالرغم من أن مستويات الحركة تمر خلال مفصلي الكتف والورك أكثر مما تمر في مركز الجسم.

إن حركات المشي وسباق الدراجات هي أمثلة للحركات بالمستوى الجانبي ، والحركة بالمستوى الأمامي هي حركة جانبية من الجانب إلى الجانب وكمثال للحركة المستوية الأمامية للجسم(القفز على الجك، العبور الجانبي ،والضربات الجانبية في كرة القدم وتتطلب حركة مستوية أمامية لمفاصل الجسم. والأمثلة عن حركة الجسم كليا المسطح أو بالمستوى المستعرض تشمل حركة الفتل أو الالتواء التي ينفذها اللاعب الغطاس ولاعب الترامبولين ولاعب الجمباز.

5-4- الحركات الأساسية حول مفاصل الجسم:

إن دراسة الحركة الخاصة بأجزاء الجسم تتطلب تعريفا دقيقا ومحددا بحيث يمثل تحديد الحركة ومجالها أحد الصعوبات الميدانية والتي يجب على المدرسين والمدربين الإلمام بها بحيث تمثل الأساس الأولي للدراسة وتحليل باقي الحركات المطلوبة خلال الأداء الحركي لمختلف الفعاليات الرياضية.

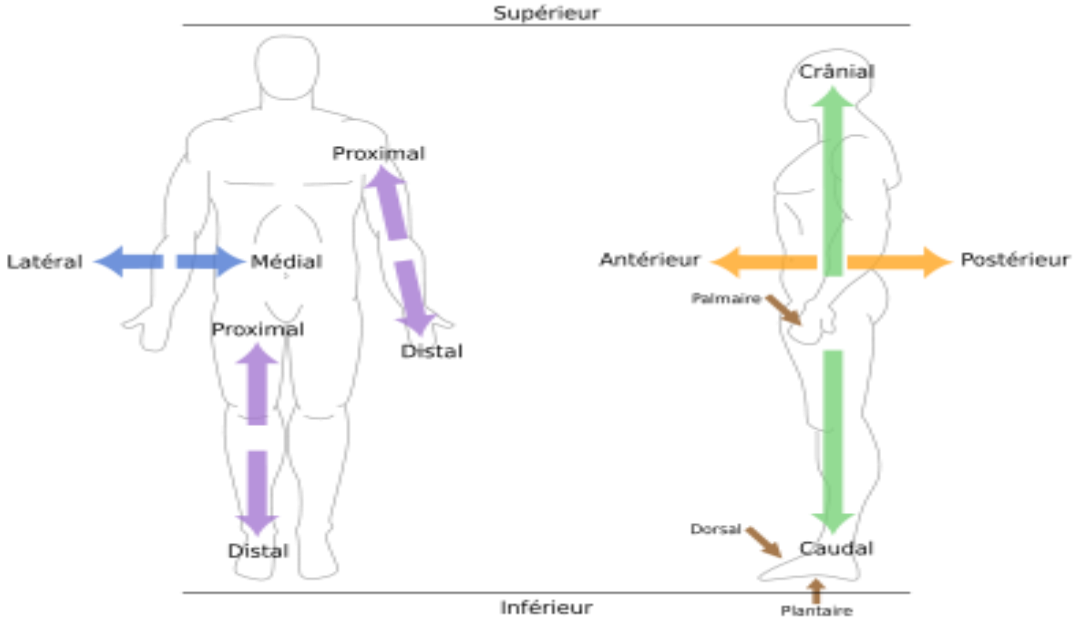
- وإن تحديد وتعريف أي حركة كما أشرنا سابقا يجب إسقاط على نظام معين ثابت (الموضع التشريحي)إضافة إلى أن الدراسة التحليلية تشير إلى أن المفاصل يمكنها أن تتحرك حول ثلاثة محاور أساسية التي تطرقنا لها (XyZ)، وفي كل الدراسات التي تمثل الحركة موضوعها يلجأ الاختصاصيين لإتباع قاعدة اليد اليمنى لتحديد الخصائص الزمنية والهندسية للحركة.



الشكل رقم (17) قاعدة اليد اليمنى لتحديد اتجاهات الحركة

- وإن اختلاف مفاصل الجسم من حيث التركيب التشريحي للسطحين اللذين يشكلان المفصل، وكذلك اختلاف مفاصل الجسم من حيث عدد المحاور التي تعمل عليها، يساعد على توفير الإمكانية للقيام بمجموعة كبيرة من الحركات حولها.

وبالنظر إلى أن معظم مفاصل الجسم هو من النوع المحوري فإنها تسمح بتحريك مختلف أعضاء الجسم بالعديد من الحركات وأن كل حركة لأي جزء يجب أن توصف وصفا دقيقا من خلال المستوى الذي تتم فيه وحول أي محور والتي صنفت حسب الاختصاصيين في التشريح الوظيفي أبجديا طبقا للنموذج التالي:

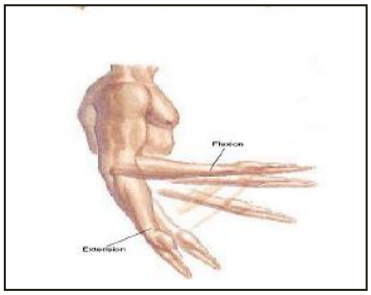


الشكل رقم (18) يبين الوضعية التشريحية واتجاه الحركات المعتمدة في وصف حركات الجسم

– وأن أي حركة يتحركها أي جزء من أجزاء الجسم تتم حول محور يمر بالمفصل الذي تنتج فيه الحركة وعلى مستوى فراغي متعامد على هذا المحور، ولذلك تسمى الحركات أو تعرف بناءا على تمفصل للجزء المتحرك وليس بناءا على الطرف المتحرك وتتمثل هذه الحركات الأساسية في:

5-4-1- الثني: Flexion

هو عملية تقريب عظمين متمفصلين إلى بعضهما وهي تؤدي إلى صغر الزاوية بينهما .يبء (شاكر م.، 2014، صفحة 30) ويمكن الاستدلال على هذه الحركة بتناقص زاوية المفصل ومن أمثلة هذه الحركة:



- ثني الركبة برفع الساق خلفا.
- رفع الساق مع ثبات العضلة.

ويندرج تحت هذا النوع من الحركة نوعين:

- القبض الزائد Hyper flexion
- القبض الخارجي Flexion latéral

الشكل رقم (19) يبين حركة الثني و المـد في مفصل المرفق (le coude)

-أما بالنسبة للقبض الزائد فيظهر في حركة... عندما يستمر في حركته القبض إلى ما بعد الوضع العمودي، وفي أغلب حركة أعضاء الجسم خلال القبض فإنه يعبر عن Hyper Flexion بزيادة مساحة التلامس بين عضو بين إحداهما يتجه نحو الآخر ويرتبط ذلك بالخصائص التشريحية للمفصل.

– أما القبض الخارجي فهي حركة ترتبط بكل من الرأس والجذع على أحد الجانبين كما أنها تفسر الحركة الجانبية للأصبع الأوسط.
وبالتالي فإن حركة الثني عبارة عن عملية انقباض عضلي يعمل على مفصل من مفاصل الجسم للتقريب بين عظمي هذا المفصل.

5-4-2- المـد:Extension

عكس الثني وهو العملية التي تؤدي إلى إبعاد جزئي العظمين المنفصلين عن بعضهما مما يسبب زيادة وكبر الزاوية بينهما .
هو زيادة الزاوية (المسافة) بين العظمين المتصلة بالمفصل وبالتالي فإن حركة المد هي عكس حركة الثني، مع الاختلاف في العضلات المسئولة عن كل حركة.

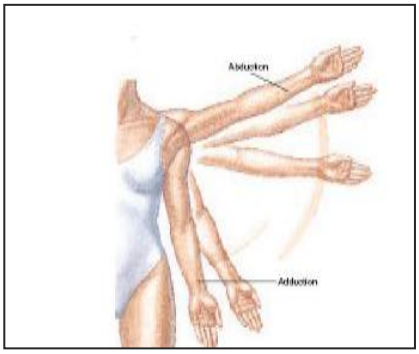
5-4-3- التبعيد :Abduction

هي الحركة التي تتم في المستوى الجانبي والتي يبتعد فيها أي طرف من أطراف الجسم عن الخط الوسط للجسم.

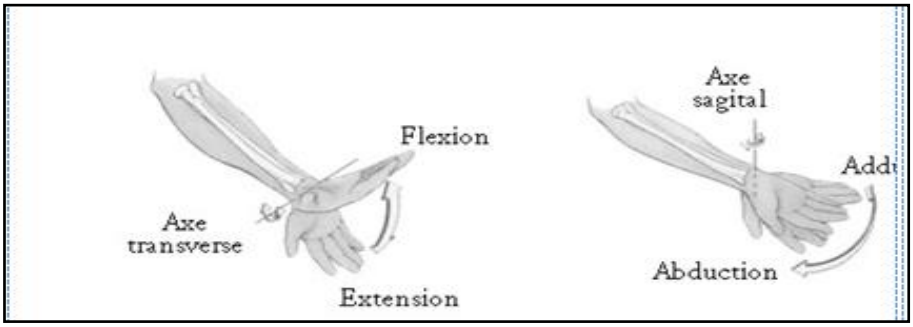
- وتتجلى هده الحركة في رفع الذراعين أو الرجلين جانبا. كما يبينه الشكل (22/20)(Mcardle, 2000, pp. 25-29)

5-4-4- التقريب: Adduction

عكس التبعيد حيث يقترب أحد أطراف الجسم باتجاه خط الوسط للجسم . وتتجلى في حركة خفض الذراع للأسفل بعد أداء حركة التبعيد. (شاكر م.، 2014، صفحة 30)



الشكل رقم (20) :يبين حركة التبعيد و التقريب في مفصل الكتف



الشكل رقم (21) :يبين المحاور التي تتم عليها كل من حركة التبعيد و التقريب والثني و المد في مفصل اليد

Les mouvements dans l'articulation de poignet.

- وهنالك حركتين ثانويتين كل واحدة منهما تابعة للحركتين الأصليتين (التقريب والتبعيد) وهما :

- التبعيد الزائد Hyper abduction

-التقريب الزائد hyper adduction

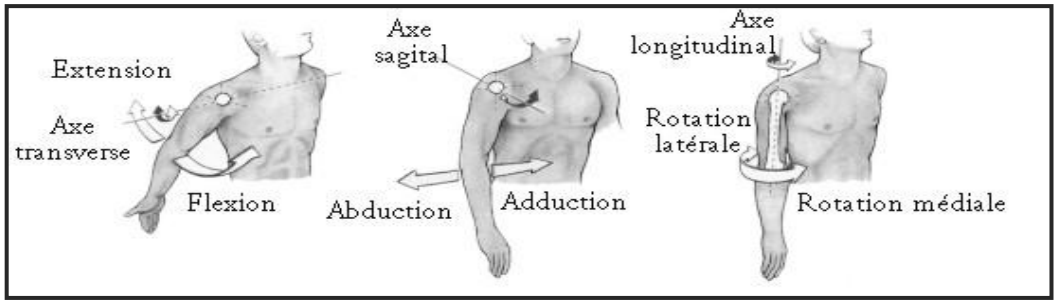
والتبعيد الزائد تستخدم لتفسير حركة الذراع عندما يتم تبعيده بعد الوضع العمودي، أما التقريب الزائد فتستمر حركة الذراع بالتقريب ..... من أمام الجسم.

5-4-5- الدوران: Circumduction

يتخذ الجزء المتحرك مسار مخروطي قمته هي المفصل وقاعدته نهاية الطرف المتحرك، وهي حركة تميز جميع المفاصل الثنائية المحاور والمتعددة المحاور، وتتم هذه الحركة على أي محور من محاور الحركة وفي أي سطح كذلك.

-ويمكن القول بأن حركة الدوران هي خليط من أربع حركات أساسية القبض والبسط والتقريب و التبعيد وتحدث هذه الحركة بصورة خاصة في مفصلي الفخذ والكتف.

الشكل رقم (22) :يبين حركة الدوران في مفصل الكتف



الشكل رقم (23):يبين المحاور التي تتم عليها مختلف حركات مفصل الكتف (مفصل ثلاثي المحاور)

Mouvements articulés au niveau de l'épaule dans les trois axes.

5-4-6- الخفض: Dépression

وهي حركة العودة من حالة الدفع، وهي حركة لأسفل تتم في حزام الكتف ويجب الإشارة إلى أنه يصعب على الرياضي أداء خفض يزيد عن المستوى الموجود عليه في الوضع العادي إلا في حالات الارتكاز في بعض حركات الجمباز، وهذه الحركة يمكن ملاحظتها على أحد الجانبين أو من الأمام أو الخلف.

5-4-7- الرفع: Elévation

تحدث هذه الحركة بنسبة بسيطة عند رفع الذراع وبنسبة كبيرة عند التعبير عن الرفض بهز الأكتاف كما يحدث مع الأطفال حيث تتحرك الترقوة (clavicule) لأعلى عن وضعها الأفقي من الجهة الخارجية، ويجب التأكيد أنه في هذا النوع يتحرك.....نحو المحور الأصلي للجسم وتسمى هذه الحركة بالتقريب السلبي لأنها تحدث نتيجة لحركة الترقوة وليس نتيجة لعمل العضلات....

- ويجب الإشارة هنا إلا أن أي حركة من الحركات التي يتحركها الجسم أوأي جزء من أجزاه ، تتم حول محور يمر بالمفصل الذي تنتج فيه الحركة على مستوى فراغي متعامد على هذا المحور، ولذلك تسمى الحركات أو تعرف بناءا على تمفصل للجزء المتحرك وليس بناءا على الطرف المتحرك فنقول مثلا قبض مفصل المرفق ولا نقول قبض....، والتي يجب أخدها بعين الاعتبار خلال دراستنا وتحليلنا لمختلف المهارات الحركية الرياضية.

-6- القوة la force :

-1-6- مفهوم القوةla force

-قبل التطرق إلى موضوع " الحركة " يجب علينا أولا الإلمام بأحد أهم العناصر و التي تمثل الأساس في دراستنا للحركات الرياضية ضمن إطار علم Biomécanique و التي تتمثل في القوة حيث أن جميع الحركات المؤذاة بسيطة كانت منها أو معقدة هي نتيجة لحاصل تأثير قوة معينة فهي السبب في بداية الحركة و توقفها أو تغيير اتجاهها بالتالي فإنه يستحيل الفصل بين موضوع القوة و الحركة إذا ما أردنا فهم و تحليل الحركات في ميدان الرياضي و التي تمثل محور الدراسات و البحوث في مختلف العلوم الرياضية و الهندسية

- فلاعب الجمباز الذي يتزن على جهاز الحلقة و كذلك الوقفة التي يقوم باه لاعب الغطس على لوحة القفز على أطراف أصابعه بثبات لإنجاز الواجب الحركي و القفز الذي يقوم به اللاعب خلال مختلف الفعاليات الرياضية فبالتأكيد أن كل هذه الأداءات الحركية ما هي إلا نتيجة تفاعل أو تداخل عمل العديد من القوى , ولكن يتفق الدارسين و المهتمين بهذا الجانب إلا أن هنالك مصدران أساسيين للقوة في الحركات الرياضية و اللذان يتمثلان في :

- المصدر الأول: القوة الداخلية, النظام الداخلي, نتيجة العمل العضلي.
- المصدر الثاني: القوة الخارجية، النظام الخارجي، الجاذبية، الاحتكاك.

❖ وتعرف القوة بأنها ذلك المتغير الميكانيكي الذي يعبر عن مدى التأثير بين الأجسام سواء بالشد أو الدفع، كما تعرف بأنها العامل المؤثر في حدوث الحركة أو الميل إلى حدوثها أو تغييرها، وتقاس القوة بوحدة النيوتن في النظام الشائع استخدامه ويرمز لها بالرمز (F).

- 6-1-2- أسس تصنيف القوة:

-ويجب الإشارة إلى أن مصطلح القوة (Force) يختلف معناها طبقا للإطار أو المجال الذي تستخدم فيه وهناك ثلاثة مفاهيم للقوة حسب مجال استخدامها قي المحال الرياضي وذلك على النحو التالي:

❖ **مفهوم القوة فسيولوجيا هو:**

قدرته العضلية على التوتر (درجة التوتر)

❖ **مفهوم القوة وظيفيا هو:**

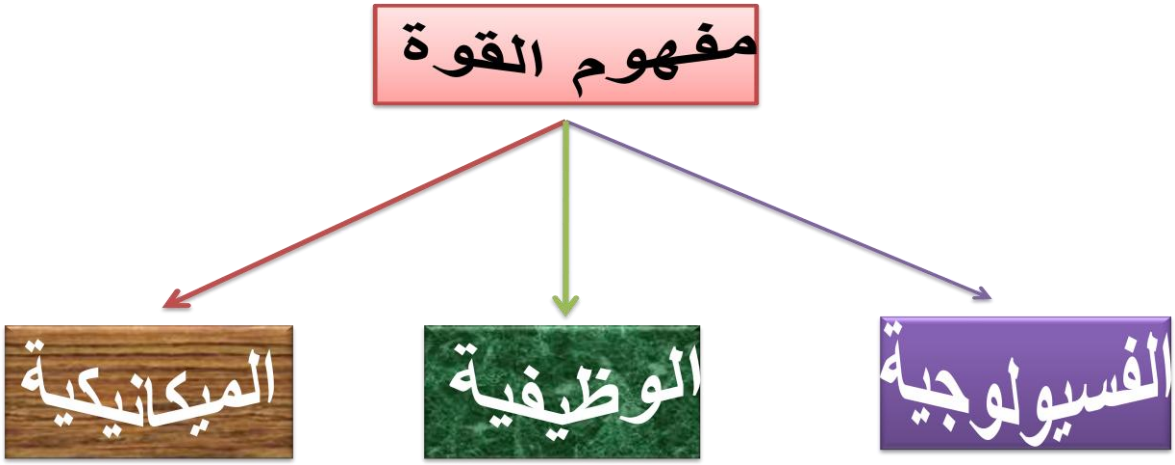
قدرة العضلة على السحب أو الجذب أو الرفع أو الدفع أو الضغط.

❖ **مفهوم القوة ميكانيكيا هو:**

القوة = الكتلة × التسارع

ق= ك × تع

$$F=m\cdot a$$



الشكل رقم (24) يبين أسس تصنيف القوة:

6-1-3- الوظائف الأساسية للقوة:

و مهما كانت الحركة المراد إنجازها فإنها سوف تكون نتيجة إلا للتأثير قوة محركة على الجسم أو أحد أجزاءه، و لم يكن حدوث هذه الحركة في انعدام قوة مسببة لذلك فمثلا : حركة ثني الذراع في مفصل المرفق هي نتيجة لتقلص للعضلة ذات الرأسين .

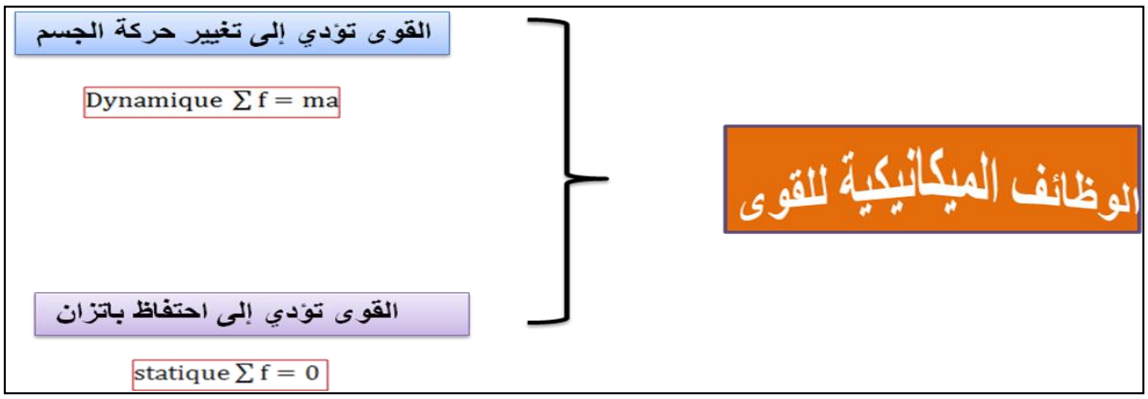
و لكن العكس ليس صحيح حيث يمكن أن تكون هنالك قوة معينة دون إحداثها لأي حركة معينة تتجلى هذه الحالة عند القيام بالتمارين (الأيزومترية) و التي تتقلص مجموعة العضلات خلال أداءها دون حدوث أي حركة .

مثل: دفع الحائط و شد الحبل بين لاعبين متساويين في القوة.

و ذلك طبقا للمفهوم الميكانيكي للحركة و الذي هو دلالة على علاقة زمانية مكانية بحثه .

و عليه فإنه يمكن تحديد دور كل من القوة المسببة للحركة في جانبين اثنين و هما أن :

- القوى الداخلية ← تؤدي إلى التغيير في الشكل .
- القوى الخارجية ← تؤدي إلى إزاحة الجسم .



الشكل رقم(25) يبين الوظائف الميكانيكية للقوى

و عليه فإن " القوة " تعني التأثير الميكانيكي عن طريق شد أو الدفع الذي يحدث بين الأجسام عن طريق اتصالها من خلال قوة طبيعية تعرف بالجاذبية الأرضية . و تعتبر القوة هامة جدا بالنسبة لنا حتى و إن لم نتحرك فمجموعة من القوة أو قوتين تساعد على احتفاظ باتزاننا في الأوضاع الثابتة كما في الأمثلة السابقة الذكر ، و هذا ما يؤكده قانون نيوتن الأول.

ومن خلال هذا كله فإن يمكن تحديد الوظائف الميكانيكية للقوى بالنقطتين أساسيتين هما:

- أن القوى تؤدي إلى تغيير حركة الجسم $\sum f = ma$ Dynamique .
- أن القوى تؤدي إلى احتفاظ باتزان $\sum f = 0$ statique .

و بالنظر إلى الأهمية و الحاجة القصوى للقوة في مختلف الميادين قد شكلت محور معظم الدراسات في العديد من التخصصات و خاصة في العلوم الفيزيائية و الهندسة إلى غاية القرن السابع عشر حيث خلص Isaac Newton (1727/1642) العالم الإنجليزي إلى وضع ثلاثة قوانين أساسية للحركة و التي تمثل الإطار النظري للقوة و مختلف خصائصها خلال الحركة بصورة عامة , و التي يمكن الاستفادة منها في دراستنا للحركات الرياضية في مجال البيوميكانيك ،والتي سوف نتطرق لها بالتفصيل لاحقا.

6-1-4- خصائص القوة:

تتحرك الأجسام تحت تأثير الشد و الدفع بمعنى وقوعها تحت تأثير قوى .

و تعرف القوة عموما بأنها الفعل الذي يحاول تغيير حالة سكون أو حركة الجسم المؤثر عليه , فالقوة إما تنتج شدا أو دفعا لكي تسبب الحركة أو توفر التأثير الكافي لثبات الأجسام , و إن كيفية التعرف على مدى تأثير القوى في أي جسم يتحدد بالكمية أو مقدار هذه القوة إلا أنه يتفق كل الباحثين في مجال الميكانيك على أن تحديد نوع و مسار الحركة لا يتوقف على المقادير الكمية للقوى فقط و إنما تتأثر بعض الخصائص الأخرى للقوة و التي تعتبر كذلك أحد محددات الإنجاز الحركي و التي تتمثل :

- المقدار الذي تتأثر به القوة .la quantité
- نقطة تأثير القوة .le point d'application
- اتجاه عمل القوة .la direction

و يجب التأكيد على أن التغيير في أي من الخصائص السابقة فسيؤثر حتما على طبيعة الحركة و الذي هو ناتج عن التغيير الحاصل في طبيعة القوى , و يجب الإشارة إلى أن قوى الجاذبية تمثل أحد القوى الخارجية التي تأثر في الجسم بصفة دائمة في جميع الأداءات الحركية و التي سوف نتطرق لها في موضوع آخر خلال دراستنا للأداءات الحركية تحت تأثير أهم القوى المحددة لطبيعة و مسار الحركات الرياضية .

6-2- القوة وعلم الميكانيكا:

في علم الميكانيكا تصنف القوة على أنها Vecteur أي بها درجة أو مستوى معين Magnitude ولها أيضا اتجاه.

يستخدم رمز السهم ⟶ كإشارة لتوضح جميع مواصفات القوة وذلك على النحو التالي:

- رأس السهم ⟶ يمثل اتجاه القوة.
- ذيل السهم |⟵ يمثل نقطة بداية تأثير القوة.
- طول السهم يمثل حجم أو كمية القوة.

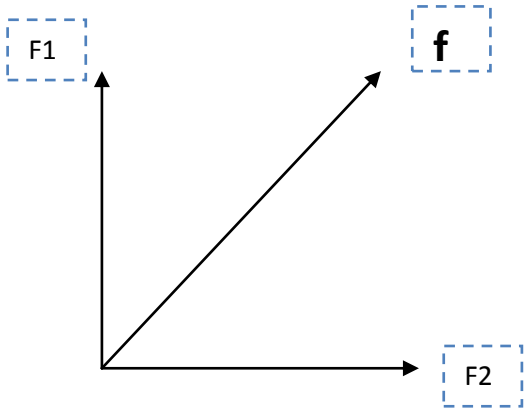
عادة، في علم الميكانيكا يتم استخدام وحدات قياس خاصة (مربعات) للدلالة على وحدة قوة معين، مثال كل مربع 5 كغم وبالتالي إذا كان طول السهم يوازي ستة مربعات فإن القوة المؤثرة كانت 5×6 = 30 كغم.

6-2-1- مفهوم محصلة القوة Force Résultants

القوة المحدثة للحركة إما تكون متوازية وتعمل في اتجاه واحد أو تكون باتجاهات متعارضة، محصلة القوة المؤثرة على الحركة هي ببساطة حاصل جميع القوة المؤثرة في اتجاه واحد، ولكن إذا كان القوة المؤثرة تعمل في اتجاهات مختلفة، فإن محصلة القوة هو قيم تفاعل القوتين في الاتجاهات المتعاكسة أو الغير موازية وهذا التفاعل ومحصلته يمكن معرفته بسهولة من خلال رسم خطوط متوازية بين القوتين.

مثال:

قوة باتجاه الشرق وقوة باتجاه الشمال (للأعلى) إذا أثرت على نفس الجسم وبنفس المكان فإن محصلة القوة تكون كما يلي:



حيث أن: F – هي محصلة كل من F2 و F1

– و يمكن قياس محصلة القوة باستخدام قوانين المثلثات ومتوازيات الأضلاع وجيوب الزوايا.

6-3- ملاحظات هامة: هده الملاحظات متفق عليها في معظم المصادر والمراجع الخاصة بالعلوم الفيزيائية، والتي هي نتيجة العديد من الدراسات في هذا المجال ، والتي يجب أخدها بالعين الاعتبار خلال دراستنا أو تحليلنا للحركات الرياضية والتي تتمثل في مايلي :

– حركة الجسم لا تصبح قوة بحد ذاتها إلا إذا قام الجسم بالالتحام والاصطدام مع جسم آخر.

– القوة لا يمكنها إحداث الحركة إلا إذا كانت هذه القوة أكبر من قوة القصور الذاتي للشيء المراد تحريكه مع إهمال عامل الاحتكاك أي درجة مقاومة الحركة على سطح الحركة.

– كل قوة لا تمر خلال محور الدوران (مركز ثقل الجسم) تسمى بالقوة اللامركزية Excentrique force

– اتجاه القوة المؤثرة على الجسم يتقرر على ضوئه نوع الحركة (مستقيمة/دائرية) أو كلاهما معا.

– إذا أثرت القوة مباشرة على مركز الثقل فإن الجسم يترك بخط مستقيم.

– إذا أثرت القوة بعيدا عن مركز الثقل فإن الجسم يتحرك بخط مستقيم/منحني.

– درجة تغيير سرعة الجسم الذي أثرت عليه القوة يعتمد على:

- ✓ القوة المؤثرة (كمية أو مقدار)
- ✓ مدة استمرار تأثير القوة (زمن تأثير القوة).

– إذا تم استخدام أكثر من قوة على التتابع وفي نفس الاتجاه فإن تسلسل القوى يؤثر على الحركة الناجمة وإذا كان الهدف إكساب الجسم سرعة فإن استخدام القوة المحدثة للحركة يجب أن يكون متسلسلا بحيث تبدأ القوة الثانية في العمل مباشرة بعد أن تكون القوة الأولى قد قامت بدورها تقريبا (نهاية مرحلة تأثير القوة الأولى).

6–4– أنواع القوة:

يختلف تأثير القوة التي يؤثر بها أي جسم على آخر و من حالة لأخرى، مما يؤدي إلى تعدد وتنوع القوى واختلاف مقاديرها وكذا مظاهرها والتي سوف نتطرق إلي بعضها باختصار والمتمثلة فيمايلي :

6–4–1– قوى الضغط:

وتتجلى في إذا حمل شخص ثقلا على كتفيه فإنه يشعر بقوة تؤثر على كتفه ،مثل هذه القوة تسمى بقوة ضغط.

6–4–2– قوى الشد :

إذا أمسكنا بطرف خيط معلق في طرفه الآخر ثقلا فإن الخيط يكون مشدودا بقوة تسمى قوة شد.

6–4–3– قوى الجذب والتنافر:

مثل القوى التي تنشأ بين الأقطاب المغناطيسية و الشحنات الكهربية ، مثل قوة جذب الأرض للأجسام

وهي التي تسمى (وزن الأجسام) .

6–4–4- قوة رد الفعل:

و تنشأ عند تلامس أي جسمين . فإذا وضع جسم على منضدة مثلا فإن الجسم يؤثر على المنضدة بقوة **ضغط كما تؤثر** المنضدة بدورها على الجسم بقوة أخرى تسمى قوة " **رد الفعل"** .

6–4–5– قوة الجدب (أو الوزن) :

إذا تحرك جسم في الهواء فإنه يتحرك ساقطا نحو سطح الأرض، إذ أن الأرض تجذب جميع الأجسام نحوها بقوة تسمى " قوة جذب الأرض " أو قوة التثاقل " أو " وزن الجسم. (حسام الدين، 1993، صفحة 108) .

– ويجب الإشارة هنا إلى أننا سوف نتطرق فقط في هدا الجانب إل المفاهيم الأساسية الخاصة بالقوة العضلية باعتبارها السبب الرئيسية لمختلف الحركات الرياضية في الميدان الرياضي ،والتي لايمكن التطرق لها بالتفصيل إلي من خلال وحدات خاصة لكل نوع منها.أما القوى الخارجية الأخرى فسوف نتطرق لها بالتفصيل في وحدات أحرى.

6–5– القوة العضلية:

قد تكون القوة العضلية هي الأساس في الأداء البدني , و أداء مختلف الحركات الرياضية , فإن لم تكن فلا أقل من أنها من أهم الدعامات التي تعتمد عليها الحركة و الممارسة الرياضية بصورة عامة . و تعرف القوة العضلية فسيولوجيا بقدرة العضلة في التغلب على مقاومات مختلفة نتيجة التقلص العضلي الذي يعتبر أحد أهم مميزات الشد العضلي .

ويجب التأكيد هنا على أهمية العضلات الهيكلية – les muscles squelettiques– في تنفيذ كل الحركات المؤذاة من طرف الجهاز الحركي، فهي المحرك الأساسي لجسم الإنسان وتشمل أغلب عضلات جسم الإنسان؛ فهي تشمل ما يقارب نسبته **40%** من كتلة الإنسان. ووظيفتها هي تحريك عظام الهيكل العظمي والتحكم في موضع كلٍ منها. حيث تتصل العضلات بالعظام عن طريق الأوتار (les tendons)، من خلال عن نقطتي المنشأ و المدغم. فالمنشأ – le point d'origine– هو المكان على العظمة الذي ترتبط به نهاية العضلة والقريب من أصل العظمة، أو هو أيضاً مكان ارتباط العضلة بالجزء الأكثر

ثباتاً من العظمة. وأما مدغم العضلة – le point d'insertion – فهو مكان ارتباط العضلة بالجزء الأكثر حركة في العظمة. (Mcardle, 2000, p. 78)

و يشير" Osolin " إلى أن القوة العضلية إحدى الخصائص الهامة للممارسة الرياضة , و هي تأثر مباشرة على سرعة الحركة و على أداء المهارة المطلوبة . و تعرف ميكانيكيا بأنها المؤثر الذي يغير أو يعمل على تغيير حالة الجسم من السكون إلى الحركة.

و فيما يخص قياس القوة العضلية فقد اخترع علماء الأنثروبولوجيا " Anthropologies" جهاز الديناومتر " Dynamomètre" لقياس القوة العضلية , و قد استطاع "Sargent" 1874 أن يطوره و يستخدمه في اختباراته لقياس القوة العضلية ، و الذي اعتبر القوة العضلية الهدف الأول للتدريب البدني نظرا لكونها تعمل على تحسين وظائف كل أجزاء الجسم – حيث قسم الخبراء القوة العضلية إلى ثلاثة أقسام وهي:

- القوة القصوى
- القوة المميزة بالسرعة
- مطاولة القوة

6-5-1- القوة الانفجارية:Explosive Strength

– وهي أحدى أنواع القوة العضلية ،حيث يمكن تعريف القوة الانفجارية بأنها " : هي أقصى قوة في أقصى زمن ممكن ولمرة واحدة وتعد العامل الحاسم في الفعاليات الرياضية التي تعتمد على مقاومة عالية جدا ويمكن تعريفها بـ الحركة التي تستخدم فيها القوة في فترة زمنية قصيرة مع قوة كبيرة جداً ولذلك تكون خاصية القوة الانفجارية مرتكزة على القدرة العضلية وكذلك يقصد بها المقدرة اللحظية لعضلة أو لمجموعة عضلية على إخراج أقصى انقباض عضلي لمرة واحدة وبأسرع زمن ممكن (تركي، 2000، صفحة 16)

وتعد القوة الانفجارية من العناصر الضرورية لأكثر الألعاب الرياضية التي تتطلب القوة والسرعة وبأقصر وقت، ويمكن أن نتلمس القوة الانفجارية في لعبة الكرة الطائرة عند قيام اللاعب بالوثب لضرب الكرة أو لأداء حائط الصد أو قيام اللاعب بعملية الإرسال. وأشار (Maud & Foster, 2006) إلى أنها"أقصى قوة في تقلص مفرد تولدها عضلة أو مجموعة عضلية بمعدل سرعة عالي(Foster, 2006, p. 119)

6-5-2- القوة المميزة بالسرعة:Strength Characteristic by Speed

(القوة المميزة بالسرعة) وهي ذي أهمية كبيرة بالنسبة لرياضيي الرمي ، وقد أكدا (نصيف وعبدي 1988) أنه للحصول على القوة المقرونة بالسرعة يجب أن تكون قوة الرياضي مميزة بالسرعة ، حتى يتم الاستفادة من هذه القوة بأكبر فائدة لتحقيق أفضل إنجاز. ولابد من الإشارة هنا إلى أن معظم الخبراء في مجال التدريب الرياضي يؤكدون على أن تطوير القوة المميزة بالسرعة لا يعتمد على وجود القوة العضلية والسرعة كلاً على حدة، بل يعتمد على قدرة الفرد في دمج هذين المكونين وإخراجهما في صفة واحدة وموحدة . (نصيف وعبدي ، 1988 ، صفحة 45)

6-5-3- تحمل القوة Endurance Stength :وتعنى قدرة الجهاز العصبي في التغلب على مقاومة معينة لأطول فترة ممكنة في مواجهة التعب, وعادة ما تتراوح هذه الفترة ما بين 6ثوني إلى 8دقائق, ويظهر هذا النوع من القوة في رياضيات

التجديف والسباحة والجري, حيث أن قوة الدفع أو الشد تؤدى إلى زيادة المسافة المقطوعة كمحصلة لزيادة السرعة, وذلك مع الاحتفاظ بدرجة عالية من تحمل الأداء خلال تلك الفترة الزمنية المحددة

6-6- محددات القوة العضلية:

تتميز العضلات بأن لها خاصية بيولوجية خاصة تتمثل في أن العضلة تقصر من تلقاء نفسها عند حدوث إثارة لها , و بإمكان العضلة أن تنقبض ليقتص طولها إلى 3/1 في حالة ارتخائها مما ينتج شغل ميكانيكي(work) في العضلة .

و بالتالي فإن العضلات هي مصدر القوة في جسم الإنسان و لكنها ليست مطلقة في عملها فهي مرتبطة ببقية أعضاء و أجهزة الجسم المختلفة, فالحركة هي ناتج لمجموعة من العوامل المؤثرة في عمل العضلات و التي تتمثل في العوامل التالية:

- نوع المرافق التي تعمل عليه العضلة.
- زوايا الشد العضلي.
- مساحة المقطع الفيزيولوجي للعضلة .
- اتجاه الألياف العضلية: المقصود بها اتجاه عمل الألياف الموجودة بالعضلة إما طولية أو عرضية, حيث أن العضلات ذات الألياف العرضية تنتج قوة أكبر من العضلة ذات الألياف الطولية.
- لون الألياف العضلية: تتميز عضلات الجسم باختلاف لون ألبافها فهنالك عضلات تتميز بألياف بيضاء, و عضلات أخرى ألبافها حمراء, بينما عضلات أخرى يختلف فيها النوعان, أو اللونان. فالعضلات ذات الألياف البيضاء تتميز بسرعة الانقباض العضلي كما أن سرعة رد فعلها كبيرة و لكنها لا تستطيع الاستمرار في الانقباض لفترة طويلة , بينما العضلات ذات العضلات الحمراء تتميز بقدرتها على الاستمرار في أداء العمل لفترات طويلة و لكنها تتصف ببطئ في الحركة .
- حالة العضلة قبل بدأ التقلص : إن حالة العضلة قبل عملية الانقباض تؤثر بدرجة كبيرة على قوة الانقباض , و كلما كانت العضلة في حالة استرخاء و استطالة قبل الانقباض كانت قدرتها على الانقباض أكثر و بتالي فإن إنتاجها للقوة يكون أكبر.
- فترة الانقباض العضلي: كلما قلت فترة الانقباض العضلي زادت القوة العضلية الناتجة و العكس صحيح أيضا.
- الوسط الداخلي المحيط بالعضلة: و المقصود بهذا لزوجة الوسط المحيط بالعضلة «viscosité» و لكي تزداد نسبة لزوجة العضلة و تقل كثافته يجب العمل على درجة حرارة الجسم و عموما يحدث في عملية الإحماء "worming" .
- المؤثرات الخارجية و العوامل النفسية: تتجلى هذه العوامل في الحوافز المادية و المعنوية, و التشجيع الصادر من الجمهور ...

6-7- الأسس الميكانيكية للقوة العضلية:

تعمل العضلات في أوضاع مختلفة و نتيجة لذلك فإنها تأخذ اتجاهات مختلفة مع العظام , حيث ينشأ عنها زوايا تقطع بين خط عمل العضلة و العظمة التي تعمل عليها هذه العضلة , و كلما كانت هذه العضلة أقرب إلى التوازي مع محور العظمة كان الشد أقل , وكلما اقتربت الزوايا بين العظمة و العضلة من الدفع الدموي زاد الشد (العضلة تعمل للشد و ليس للدفع)

و لكي نرتقي بالقوة العضلية يجب أن نجعل العضلة تعمل و هي أقرب كلما أمكن من الدفع مع العظمة التي تعمل عليها .

بحيث يجب مراعاة دلك خلال أداء مختلف التمارين لتحقيق الأوضاع المناسبة والصحيحة لأداء مختلف المهارات الحركية بصورة صحيحة منى جهة وتفادي التعب والإصابات الرياضية حلال الأداء الحركي.

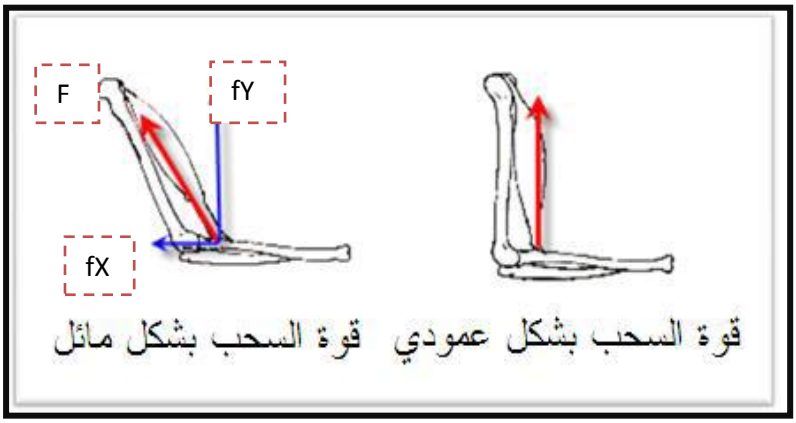
- ويجب الإشارة هنا إلا أن العضلة تكون في أقصى شد عندما تكون الزاوية 90° بين نقطة إدغامها والعظم

وذلك لثلاثة أسباب مهمة:

-ان جيب الزاوية 90 ° هو 1 مما يعني ان أية قيمة تضرب فيها تبقى مثلما هي بعكس الزوايا اقل أو اكبر من 90 °درجة إذ تقل قيمها

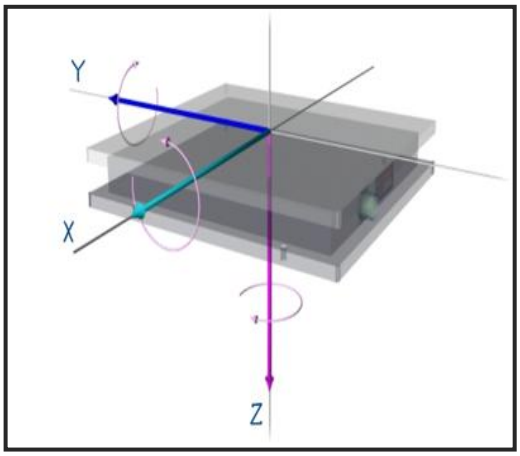
-ان المركبة في الزاوية 90 ° تكون عمودية في حين ان أية زاوية اقل من 90 ° درجة أو اكبر تتحلل إلى مركبتين مما تضعف المركبة العمودية المطلوبة للاتزان.

-ان ذراع القوة تكون في أقصى امتداد لها إذا كانت الزاوية 90 ° أما إذا رفعنا الذراع أو خفضناها تغيرت قيمة الامتداد العمودي للمسافة بين القوة والمركز (P.Delamarche, 2002, p. 124)



الشكل رقم(26): يبين نقطة واتجاه عمل القوة العضلية في مفصل المرفق وفق زاوية الشد

- وبالرغم من كل هده العوامل والأسس التي تحدد بالنسبة كبيرة مقدار القوة العضلية الناتجة عن مختلف الأوضاع التي تتخذها مختلف العضلات خلال الأداء الحركي، إلا ان العلماء والمتخصصين في مجال الفسيولوجيا يتفقون على أنه يصعب تحديد القوة العضلية الناتجة عن عضلة واحدة خلال دلك....، وذلك بسبب تداخل واشتراك العديد من العضلات في أن واحد وذلك
- حسب دور كل عضلة (المحركة- المثبتة – المساعدة.....) . إلا أن بعض الدراسات أثبتت أن كل 1 سم^2 من العضلة يمكن إخراج قوة قدرها 6 كلغ. إضافة إلا ان التقدم التكنولوجي ساهم بشكل كبير في توفير العديد من الأجهزة والآلات مثل منصة قياس القوة ومستقبلات الضغط (plateforme de force-capteur de pression)، والتي ساهمت بالشكل كبير في توفير العديد من المعلومات والمقادير للمختصين في هذا المجال .



Dynamometer hyédrolique **platform force**

الشكل رقم(27): يبين أشكال بعض الأجهزة الخاصة بقياس القوة العضلية –

المحاضرة السابعة

7 – الحـــــركة le Mouvement

تمهيد:

تمثل الحركة محور اهتمام مختلف الدراسات و الأبحاث للعاملين في مجال ت/ب/ر أو التدريب الرياضي , و ذلك بالنظر إلى طبيعة النشاط الحركي المبني بالأساس على أداء مختلف الحركات لتجسيد معظم المهارات الحركية و التي نسعى من خلالها إلى تحقيق الأداء الحركي المثالي وفق المستويات المراد تحقيقها و المتمثلة في (أقوى , أسرع , أعلى ...) في مختلف الفعاليات الرياضية خلال المنافسات الرياضية , ولذلك قد مثلت الحركة أحد المواضيع الرئيسية للعديد من التخصصات التربوية و البيولوجية ...إلخ بغرض تحديد أهم العوامل و المتغيرات المؤثرة في الجانب الكمي و الكيفي للحركة . ".

7– 1– مفهوم الحـــــركة :

يعرف بافورسكي "Paforesky" الحركة بأنها تغيير أوضاع الجسم أو أجزائة في الفراغ بعضها بالنسبة للبعض الآخر مع مرور الزمن . (رضوان، 1998، صفحة 8) .

كما تعرف بأنها "انتقال الجسم أو أحد أجزائه من مكان لأخر في اتجاه معين وبسرعة معينة

–الحركة هي "انتقال أو ودوران الجسم أو أحد أجزائه في اتجاه ،وبسرعة معينة ، وباستخدام أداة أو بدونها وتحدث نتيجة لانقباض العضلات والذي ينتج عندها الحركة بالجسم كله أو أحد أجزائه. (عادل ع.، 1998، صفحة 20)

و حتى نبقى في إطار دراستنا للحركات من الناحية البيوميكانيكية فإن "**الحركة في المفهوم الميكانيكي هي أن يغير الجسم مكانه في مساره الزمني** (T.Blancon, 2006, p. 60)

فالحركة تحدث أما بتأثير جسم على جسم أخر أي قوة خارجية أو تكون داخل الجسم (ذاتية) بتأثير قوة العضلات. والحركة المقصودة في مجال التربية الحركية هي الحركة الهادفة التي تؤدي إلى النشاط الملحوظ للعضلات الهيكلية أي الحركة الإرادية. وتكون الحركة بأشكال متعددة (دورا نية ، انتقالية ، منتظمة وغير منتظمة ذات مرجحات أو بدون (توقفات).

و إن جميع حركات الإنسان "دون استثناء" خاضعة لقوانين الميكانيك , و خاصة منها المتعلقة بالأجسام الصلبة و ذلك لأن كل حركة تفسر كحركة ميكانيكية و التي تهدف إلى تفسير المكان الخاص بالأجزاء الكتلة في حيز من المكان و الزمان معا .

و يعرف "Barow" الحركة كينماتيكيا على أنها انتقال الجسم أو أحد أجزاءه من مكان لآخر و في اتجاه معين و بسرعة معينة . كما يعرف كل من "Solter" "Gensi" الحركة بأنها انتقال أو دوران و تحدث نتيجة لانقباض العضلات و يكون نتيجة لحركة الجسم كله أو أحد أجزائه. و لقد اتفقت معظم التعاريف على أن الحركة تتطلب حدوث تغيير في المكان و الذي يستغرق زمن معين و لكي يحدث هذا التغيير لابد من قوى معينة تؤدي إليه .و بالرغم من تعداد الحركات التي يمكن أن يؤديها الرياضي خلال أداءاته الحركية لمختلف الألعاب و المهارات إلا أنه يمكن لنا تحيد أنواعها و مظاهرها طبقا للعديد من المبادئ والأسس التي سوف نبينها لاحقا.

- وبالرغم من اختلاف وتنوع الحركات حسب مبدأ تصنيفها فإنها تقاس من خلال ثلاثة متغيرات ميكانيكية تمثل الأساس في دراستها وتحليلها والتي تتمثل في:

- ✓ الزمن وهو الوقت المستغرق بين النقطتين.
- ✓ المجال هو المركز المحصور بين نقطة وأخرى .
- ✓ الدينامكية وهي القوة المحركة للجسم،فالقوة هي الأساس التي تحكم الحركة.

-7 -2 - أسس تصنيف الحركات:

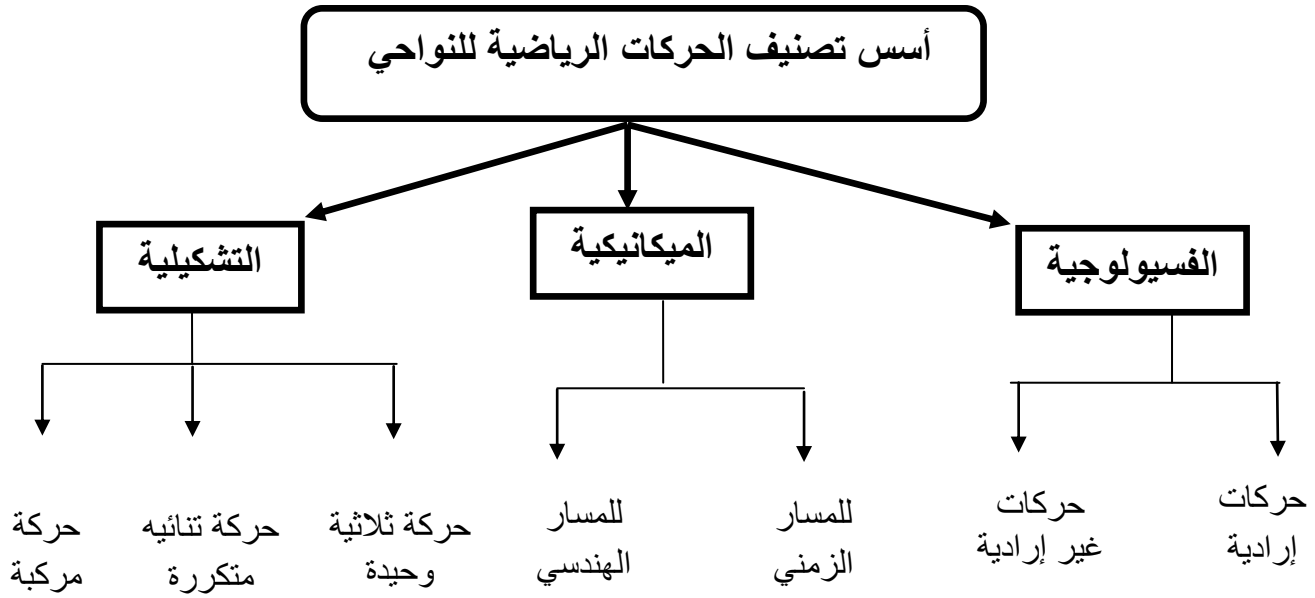
حاول بعض العلماء تقسيم الحركات بأساليب مختلفة و تبعا للعديد من الأسس,و بالرغم من ذلك لا يمكن اعتبار أي تقسيم من التقسيمات التي تمت هو التقسيم الأمثل للمهارات الحركية ,فالحركة بطبيعتها متعددة الأشكال و يختلف هدفها من حركة لأخرى,كذلك تختلف في القوة و السرعة و المسار و بالتالي تناولها من وجهات نظر مختلفة تبعا لأسس عديدة، و تتجلى مدى أهمية تقسيم الحركات طبقا للعديد من الأسس فيمايلي:

- ✓ سهولة فهم الحركة و القوانين و العوامل التي تتحكم فيها.
- ✓ تبسيط الحركات المركبة بسهولة لدراستها

وقد اعتبر كثير من العلماء أن تقسيم الحركات مهم جدا و ذلك لتسهيل دراستها و بحثها بشكل مستفيض و حسب وجهات نظر مختلفة لأن حركات الإنسان متعددة الأشكال و الأهداف مختلفة الاتجاهات. فالحركة يمكن تناولها من وجهات نظر مختلفة تبعا لمصدرها أو شكلها أو هدفها لغرض الاقتصاد بالجهد و القوة المسببة لها لمعرفة القوانين و العوامل التي تتحكم فيها,و تعددت الأسس التالية في تقسيم الحركات إلى:

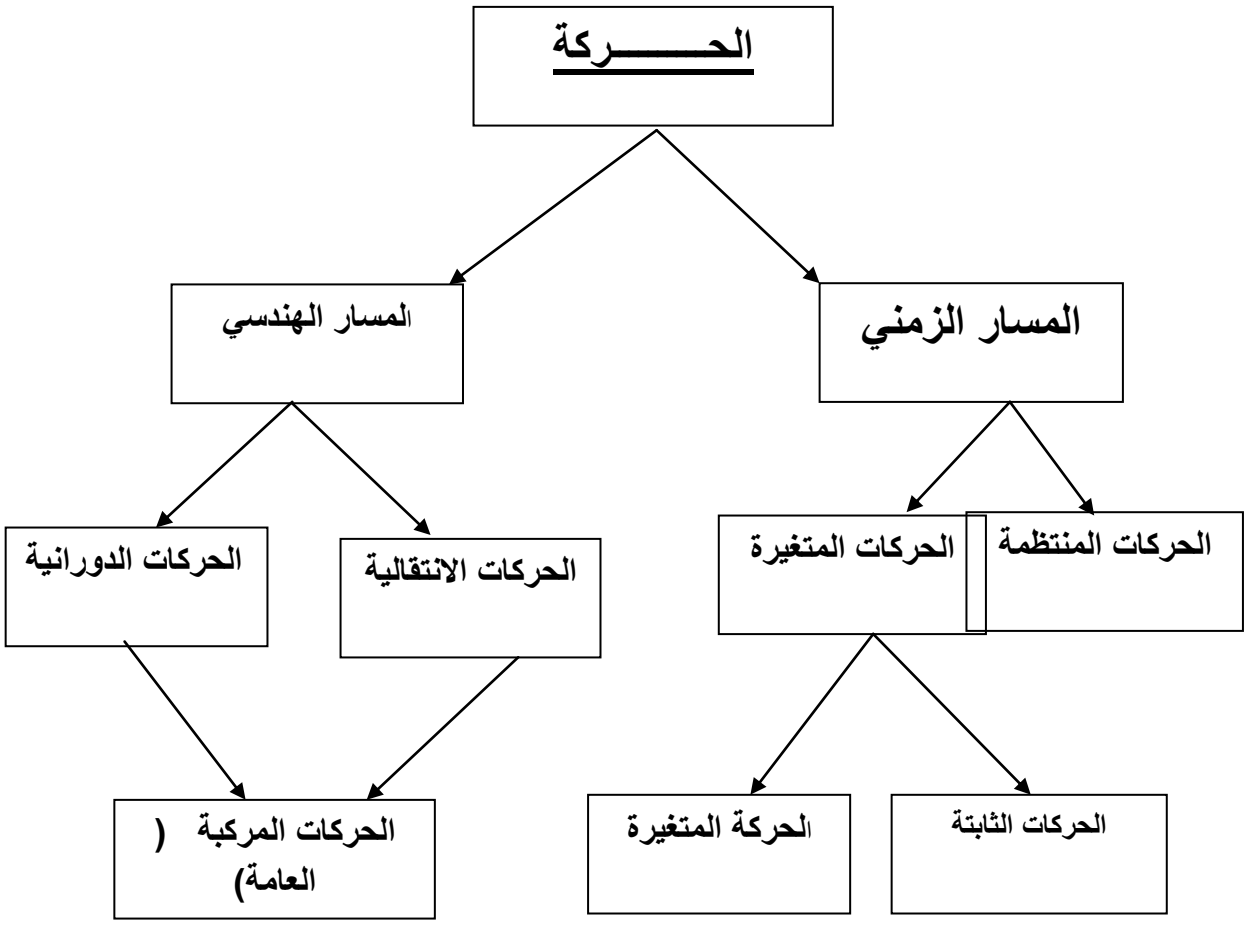
- التقسيم وفقا للأسس الفسيولوجية.
- التقسيم وفقا للأسس المرتبطة بمراحل الحركة

- التقسيم وفقا للأسس الميكانيكية



الشكل رقم(28): يبين الأسس المعتمدة في تصنيف الحركات

- وحتى نبقى في مجال دراستنا للحركات من الناحية الميكانيكية فيمكن تحديد أنواع الحركات من هذه الناحية في الشكل التالي:



الشكل رقم(29): يبين أنواع الحركات من الناحية الميكانيكية (طبقا للمسار الزمني والهندسي)

7-3- أنواع الحركات:

7-3-1- الحركات طبقا للمسار الزمني:

7-3-1- 1- الحركات المنتظمة:

هي أبسط أنواع الحركات و هي حركة منتظمة السرعة أو ذات سرعة ثابتة، و هي التي يقطع فيها الجسم مسافة معينة في وحدات زمنية ثابتة على طول المسافة، و لقياس سرعة جسم يتحرك بسرعة منتظمة فإننا نحتاج فقط إلى قياس المسافة بحيث:

س = سر x ز x = v.t

$$V = \frac{x}{t} (m/s)$$

X la distance v la vitesse t le temps

مثال: سرعة العداء الذي يستغرق أدائه للسباق 200م 26.32 ثا تتمثل في :

200v x26.32 ⟺

V=200/26.32=7.60m/s ⟺

و يجب الإشارة إلى أن هذا النوع من الحركات نادرا في الحياة العامة و النشاط الرياضي بصفة خاصة.

7-3-1-2- الحركات الغير المنتظمة:

و تتمثل في الحركات التي يقطع فيها الجسم مسافة معينة بسرعة متغيرة و هي الأكثر شيوعا في المجال الرياضي حيث أنه خلال الأداء تتغير سرعة حركة الجسم و التي يقطع فيها مسافات غير متساوية. و هناك نوعان من تغيير السرعة و هما كما يلي:

- تتغير السرعة بمقادير متساوية و هذا خارجا عن نطاقنا.

- تتغير السرعة بمقادير متساوية أي بانتظام و يعني أنها تزداد أو تقل بمقادير متساوية في أزمنة متساوية, و مهما ضفرت هذه الأزمنة فإن العجلة (التسارع) هي التي تحكمها , و التي تمثل معدل التغيير في السرعة بالنسبة للزمن و تكون إما تزايدية أو تناقصية (وآخرون، 2011، صفحة 76).

7-3-1-3- السرعة: la vitesse

تعد السرعة من المكونات الأساسية للأداء البدني في معظم الأنشطة الرياضية إذ تلعب دوراً حاسماً في عدو المسافات القصيرة فهي المكون الأول لتحقيق الانجاز الأفضل في عدو هذه المسافة فضلا عن دورها في تنمية الفعاليات الأخرى(الحيالي،2001 ، 12)، وتعد السرعة من الصفات البدنية صعبة التطوير قياساً إلى بقية الصفات البدنية الأخرى، لأنها تحتاج إلى وقت طويل وجهد متواصل للحصول على تطور ملحوظ سواء في السرعة الانتقالية والحركية والعامل الأساسي الذي يحدد زيادة نسبة التطور هو

العامل الفسيولوجي"أي زيادة نسبة قطر الألياف العضلية البيض السريعة التقلص والانبساط في المجاميع العضلية العاملة والتي تكون محددة وراثياً" (أبو العلا ونصر، 2003، الصفحات 165-166)

ومن الناحية الميكانيكية فإن معدل سرعة الجسم هو التغير غي المسافة بدلالة الزمن.

7-1-3-4- التسارع l'accélération: ويعرّف التسارع أو العجلة رياضيا بأنه "تغير السرعة مع الزمن. فإذا كانت السرعة تقاس بالمتر في الثانية فإن التسارع يقاس بالمتر في الثانية مربع م/ث2. و عليه فالتسارع أو العجلة هو المعدل الزمني لتغير سرعة الجسم المتجهة. ويرمز للتسارع بالرمز [a] وهو كمية متجهة

أي أن التسارع هو المشتقة التفاضلية للسرعة مع الزمن

$$\vec{a}(t) = \frac{\mathrm{d}\vec{v}(t)}{\mathrm{d}t} = \dot{\vec{v}}(t)$$

مقارنة بين السرعة المتجهة و التسارع

السرعة (v)	التسارع (a)
$v = \frac{d}{t}$	$a = \frac{v}{t}$
m/s	m/s^2
متجهة	متجهة

- و إن القيمة النهائية للتسارع هي التي تحدد طبيعة الحركة حيث أن:

1- إذا كان $0<a$ فالحركة متزايدة .

2- إذا كان $0=a$ فالحركة منتظمة .

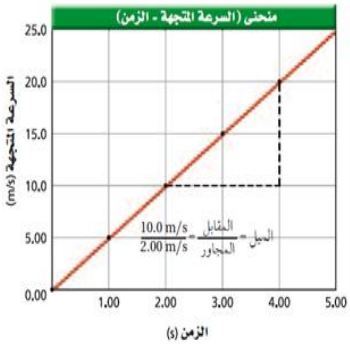
3- إذا كان $0>a$ فالحركة متناقصة .

ويكون للجسم تسارع موجب عندما يكون اتجاه متجه التسارع في الاتجاه الموجب للحركة . فالسرعة هنا تزداد مع الزمن أي إذا كانت السرعة 5 متر/ثا والتسارع 5 م /ثا فالسرعة ستصبح بعد مرور 1 ثا مساوية 10م/ثا وبعد ثانيتين تصبح 15 م/ثا.

ويكون للجسم تسارع سالب عندما يكون اتجاه متجه التسارع في الاتجاه السالب للحركة، فانخفاض السرعة مع الزمن (مثلا عند كبح السيارة) . يلاحظ هذا التسارع العكسي عند كبح السيارة ، مثل القيام بالضغط على دواسة المكابح في السيارة فتتباطئ سرعة السيارة بمعدل ثابت حتى تتوقف

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i}$$

$$= \frac{20-10}{4-2} = \frac{10}{2} = 5\ m/s^2$$



الجدول 1-3
السرعة المتجهة - الزمن

الزمن (S)	السرعة المتجهة (m/S)
0.00	0.00
1.00	5.00
2.00	10.0
3.00	15.0
4.00	20.0
5.00	25.0

مثال : في سباق 100 م عدو يبدأ العداء فترة سباق بالتزايد في سرعته و تصل إلى أقصاها في نهاية السباق حيث تبلغ 15 م/ثا الذي استغرق فترة زمنية بلغت12 ثا.

- فيمكن حساب التسارع (العجلة) من خلال المعادلة التالية:

$v_f - v_0 = at$ تع ز = سر$_0$ − سر$_0$

سر$_0$ السرعة الابتدائية v_0 la vitesse de départ

سر السرعة النهائية v la vitesse

تع التسارع a l'accélération

ومن خلال المعطيات في المثال السابق فإنه:

$V - v_0 = a \cdot t$

$v_0 = 0$

$a = \frac{v - v_0}{t}$

$\Longleftrightarrow$ $a = v/t = 15/12 = 1.25\ m/s^2$

- وبالتطبيق نفس المبادئ والمعادلات الرياضية يمكن استخراج كل قيم وأنواع التسارع والتي تتمثل في:

التسارع المنتظم: تغير السرعة بمعدل منتظم خلال زمن معين.
التسارع المتوسط: هو تغير السرعة خلال فترة زمنية مقسوما على هذه الفترة الزمنية.
التسارع اللحظي: هو تسارع الجسم في لحظة معينة.

- و يجب الإشارة إلا أن التعرف على هذه المتغيرات يمكننا من تحديد التغيير في حركة الأجسام سواء كانوا لاعبين أو أدوات (الجلة, الرمح...) و التي تسمح لنا بالتحديد العوامل الأساسية و المؤثرات في المنحنيات و المسارات الحركية سواء كانت عوامل مساعدة أو معيقة للحركة (القوى) و ذلك وفقا للهدف المرجو من الأداء الحركي . (ألخالدي، 2010، صفحة 114).

8- التصنيف الهندسي للحركات

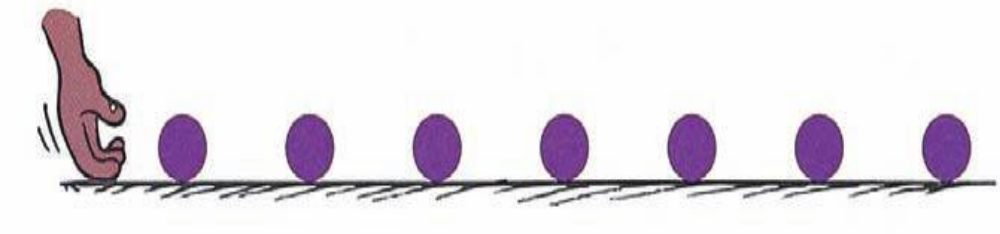
8-1-الحركة الانتقالية : يحدث هذا النوع من الحركة عندما ينتقل الجسم بكامل أجزائه من مكان لأخر بحيث ترسم الأجزاء المكونة لذلك الجسم مسارات متوازية مع بعضها في أي لحظة من لحظات حدوث الحركة وتقطع مسافات متساوية أثناء حدوثها , وقد تكون هذه المسارات متوازية مع بعضها بشكل أفقي كما في حركة التزحلق على الجليد أو بشكل منحني كما في الهبوط بالمظلات

- و يمكن الاستدلال عليها عندما تتحرك جميع نقاط الجسم نفس المسافة وفي نفس الاتجاه و بنفس الزمن المستغرق عادة ما تسمى هذه الحركة بالحركة الخطية ويمكن حدوث هذا الانطلاق بطريقتين تتمثلان:

8-1-1- الحركة الانتقالية المستقيمة: و تتمثل في حركة جميع أجزاء الجسم في نفس الاتجاه على خط مستقيم ومن الأمثلة هذه الحركة: مثال :حركة التسديد في كرة اليد من الثبات (حركة في خط مستقيم ،حركة الكرة)

حركة الانزلاق على الجليد (حركة في خط مستقيم)

حركة كرة البوليج . الركض في ألعاب الساحة و الميدان



الشكل رقم(30):يبين أحد أنواع الحركات الانتقالية المستقيمة

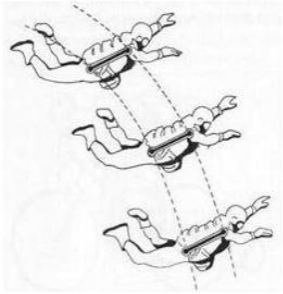
8-1-2- الحركات الانتقالية المنحنية:

وهى الحركات التي تتم في الزاوية:أثناء انتقال الجسم وهى تختلف عن الحركة الدائرية حيث إن الحركة الدائرية يكون محور دورانها داخل أو خارج الجسم ؛ أما الحركة الانتقالية المنحنية فيكون محور دورانها خارج الجسم والحركة الانتقالية المنحنية هي حركة انتقالية ولكن في خط منحنى ؛ مثال : حركة الرمي في الجلة (حركة في خط منحني ،حركة الجلة)

حركة اللاعب في القفز الطويل ،(حركة في خط منحني)

حركة رجل المظلات بالنسبة للجذع (حركة في خط منحني)

Mouvement curviligne



الشكل رقم(31):يبين أحد أنواع الحركات الانتقالية المنحنية

8– 2– الحركة الدورانية :

تعرف الحركة الدورانية على أنها حركة الجسيم على محيط دائرة ، بحيث يقطع أقواسا تقابلها زوايا.

و يحدث هذا النوع من الحركة عندما تدور النقطة أو الجسم حول محور ثابت و تسمى غالبا الحركة الدورانية angular motion، و قد يكون محور الدوران خارج الجسم ، كما هو الحال في جميع المهارات العقلة مثلا ، وقد يكون داخله كدوران الأطراف حول مفصلها .

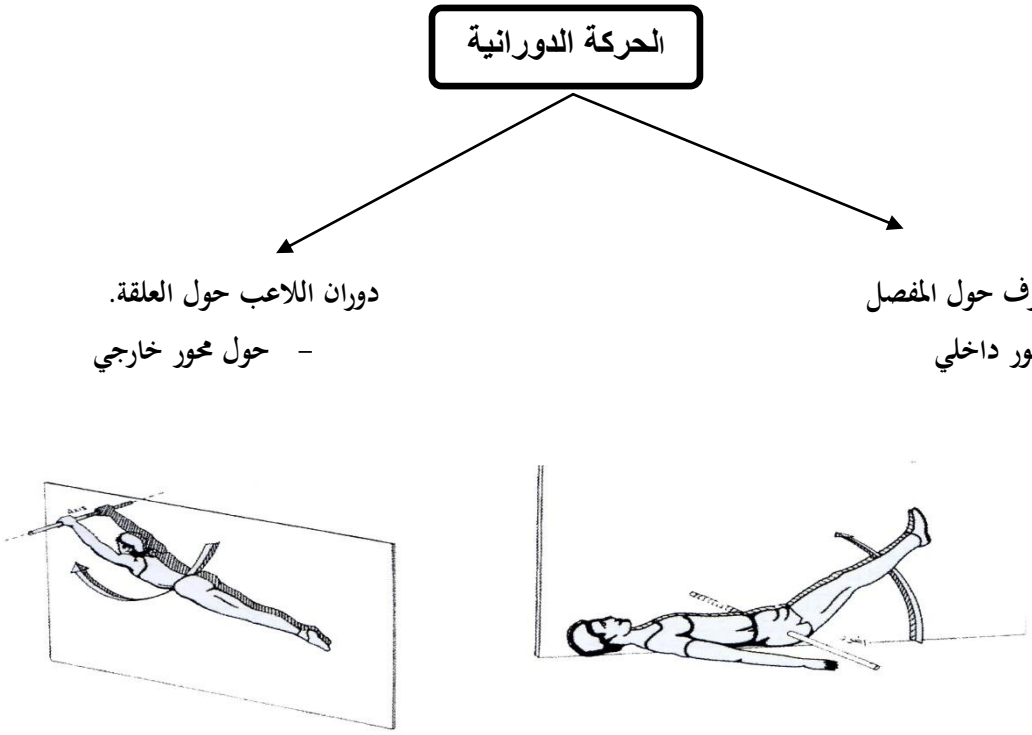
8–2–1– أنواع الحركة الدورانية :

تعرف الحركة الدائرية بأنها حركة جسم على محيط دائرة وتتجلى في نوعين أساسيين:

8–2–1– 1– الحركة الدائرية المنتظمة : تحصل هذه الحركة عندما يقطع الجسم أقواس متساوية في أزمنة متساوية ويتحقق ذلك إذا كان نصف قطر الدوران ثابت والانطلاق ثابت . وحتى يتحرك جسم حركة دائرية منتظمة، يستلزم ذلك التأثير فيه بقوة ثابتة المقدار، وباتجاه متعامد مع اتجاه حركة الجسم؛ أي باتجاه مركز الدائرة التي يدور فيها الجسم.

– وحسب قانون نيوتن الثاني، فإن هذه القوة سوف تكسب الجسم تسارعا باتجاهها؛ أي باتجاه مركز الدائرة؛ لذلك فإن هذه القوة تسمى القوة المركزيّة، والتسارع الناشئ عنها بالتسارع الجابذ (المركزيّ). أما بالنسبة لسرعة الجسم الانتقالية، فيبقى مقدارها ثابتا، وتأخذ اتجاه المماس للمسار الدائري عند أي نقطة عليه (تركي، 2000، صفحة 127).

8–2–1–2– الحركة الدائرية الغير منتظمة: وتحصل هذه الحركة عندما يقطع الجسم أقواس غير متساوية في أزمنة متساوية ويتحقق ذلك إذا كان نصف قطر الدوران غير ثابت أو الانطلاق غير ثابت أو كليهما غير ثابت . ويكون للجسم تعجيل مركزي وتعجيل مماسي وعزم القوة هو الذي يسبب الحركة الدورانية.



الشكل رقم(32) يمثل أنواع الحركات الدورانية للجسم حول محور داخلي(دوران الساق) و حول محور خارجي (دوران الجسم حول العمود الثابت

تتشابه معادلات تفسير الحركة الدورانية و الحركة الانتقالية ،فعندما يتحرك جسم ما في حركة دورانية يلاحظ أن جميع النقط الواقعة على هذا الجسم تتحرك حركة ترسم مساراتها أقواس مختلفة الأطوال باختلاف موقع النقطة بالنسبة إلى المحور ،إلا أن هذه النقط جميعها تحقق إزاحة زاوية واحدة .

و المقصود بالإزاحة الزاوية Angular Déplacementمقدار الزاوية التي يتحركها الجسم كله من نقطة الأصل إلى الوضع النهائي . وتقاس الإزاحة بالدرجات فتقول إن الجسم أزيح إزاحة زاوية مقدارها 25، إلا أن هذا النوع من القياس لا يعني الكثير في مجال الحركة الزاوية من الناحية التطبيقية.ويستخدم قياس أطوال الأقواس في حساب هذه الحركة، و العلاقة بين طول القوس بطول نصف قطر الدوران مهمة في حساب الحركة الزاوية.ويشير هورخموث إلى أن محور الدوران الذي لا يتغير من حيث الوضع باختلاف نقطة الملاحظة النسبية ، أما الباقي نقاط الجسم فإنها ترسم دوائر متداخلة حول المحور. و بشكل عام ترجع أسباب الحركة دائما إلى تتابع الحركة الانتقالية و حركة الدوران حول المحور.ومعنى ذلك أن الجسم يدور حول المحور ، بينما يتقدم المحور في مسار معين إلى الأمام .مثل حركة الغطس .

8-2-2- متغيرات الحركة الدورانية:

إن أسلوب معالجة متغيرات الحركة الدورانية ينطلق أساساً من الأسلوب المتبع في معالجة الحركة الخطية، ويتخذ نفس إجراءاته تقريباً . إلا أن هناك اختلافات بسيطة في وحدات القياس المستخدمة للمتغيرات الدورانية عنها في المتغيرات الخطية . و رغم أن علاقات

هذه المتغيرات تأخذ نفس الاتجاه.

إذا نظرنا إلى بندول يتحرك, فسوف نجد أنه يدور حول محور مار بنقطة اتصاله وعمودياً على المستوى الفراغي الذي يتحرك فيه البندول. فإذا كان القوس الذي يتحرك فيه البندول هو قوس لزاوية مقدارها (60 درجة) ، وهذا يعني أن المسافة الزاوية عبارة عن مجموع التغيرات الزاوية التي يحققها البندول.

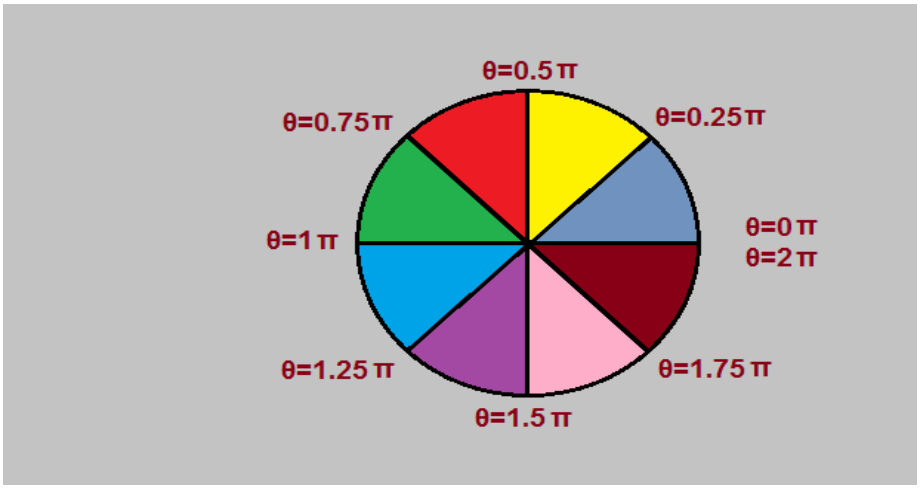
8-2-2-1- الإزاحة الزاوية :

يتكون الجهاز الحركي من مجموعة من الروافع , والتي تتميز بأطراف متماسكة تدور حول محاور المفاصل , وعندما تقع تحت تأثير قوة , وتسمى الحركة الناتجة في هذه الحالة بالحركة الدورانية أو الزاوية ، وفي محاولة لاستخدام نفس وحدات الحركة الانتقالية للإشارة إلى متغيرات الحركة الدورانية سوف نلاحظ أن هناك بعض الاختلافات ، فعندما يتحرك الجسم أو الطرف في مسار منحني ، تختلف الإزاحات الخطية لأجزائه ، فالأجزاء الأقرب إلى محور الدوران تزاح لمسافات محدودة جداً بمقارنتها بالأجزاء الأبعد عن المحو (T.Smith, 1991, p. 65)

- مثال:

في حركة الذراع من الوضع جانباً إلى الوضع أماماً تتحرك اليد مسافات كبيرة جداً بمقارنتها بالمسافات التي يتحركها المرفق أو أعلى العضد . كما أنه في حالة استخدام مضرب التنس في أي مهارة من مهارات هذه الرياضة يتحرك طرف المضرب أضعاف ما بتحركه المرفق من إزاحة.

و يحتاج تفسير الحركة الدورانية إلى استخدام وحدات دوران , وهذه الوحدات لها علاقة كبيرة بوحدات قياس الدائرة , والتي تنطلق من الحقيقة القائلة أن محيط الدائرة (C) يساوي 2ط نق (2 π r) حيث ط (π) هي مقدار ثابت قيمته (3.1416 , حيث أن(r) هي طول نصف قطر الدائرة.



الشكل رقم(33):يبين الطريقة المعتمدة رياضيا في حساب مقادير الحركات الدورانية .

وهناك ثلاثة وحدات تتداخل لحساب الإزاحة الزاوية , هي الدرجة , اللفة أو الدورة Revolution ونصف القطر , فالوحدة النصف قطرية تعادل 57.3 درجة بالتقدير الستيني , واللفة الكامل أو الدورة الكاملة يمكن تحديدها , أو التعريف عليها من خلال نماذج توضح ذلك كأن نقول أن لاعب الغطس أدى دورة ونصف هوائية مكورة أو دورتين ونصف منحنية وبالتالي فالدورة أو اللفة الكاملة تعادل 360 درجة بالتقدير الستيني , أو 2 ط زاوية نصف قطرية.

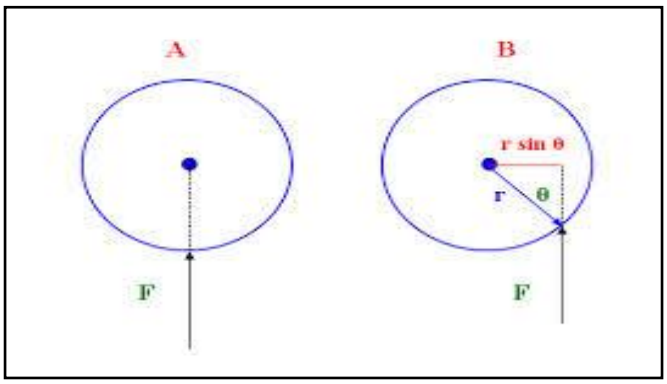
8-2-2-2- السرعة الزاوية:

يسمى معدل الإزاحة الزاوية أو الدورانية بالسرعة الزاوية أو الدورانية ويرمز له بالرمز (ω) ،والسرعة الزاوية هي مقدار الزاوية التي يتحركها نصف القطر مقسوماً على الزمن المستغرق، .وتستخدم وحدات (درجة / ثا) لتمييز السرعة الزاوية , أو وحدات الدرجة النصف قطرية / ثا . والتي تتأثر مقاديرها بالعوامل التالية :

- مقدار القوة
- .اتجاه القوة
- ذراع القوة

و إن ذراع القوة هو المسافة العمودية بين محور الدوران وأي نقطة تأثير قوة، حيث أن التغير في السرعة الزاوية المتجهة يعتمد على ذراع القوة إضافة إلى مقدار هذه القوة والذي يصطلح عليه بالعزم (Le Moment). و الذي يعرّف بأنه مقياس لمقدرة القوة على إحداث الدوران والذي يمكن حسابه رياضيا من **ضرب القوة في طول ذراعها**.

$$Mf = F \times rn/°$$



الشكل رقم(34):يبين العلاقة بين مقادير ذراع القوة في الحركات الدورانية .

- مثال:

إذا فرضنا أن لاعب الهوكي يحرك المضرب دورانياً لإزاحة مقدارها (140 درجة) في زمن قدره (0.1 ث) فإن متوسط السرعة الزاوية في هذه الحالة يكون (1400 درجة / ثا) أو (3.88 دورة / ثا) أو (24.43 زاوية نصف قطرية / ثا) و السرعة في هذه الحالة تسمى بالسرعة المتوسطة , حيث أظهرت التحليلات التي استخدمت التحليل المرئي أن سرعة المضرب خلال لحظات الأداء المتناهية في الصغر متفاوتة

مثال: لاعب كرة قدم أثناء ضربه للكرة كانت السرعة الزاوية للرجل 60 درجة / ثانية احسب السرعة المحيطية لكل من مفصل الركبة ومفصل القدم علما أن البعد بين محور الدوران (مفصل الورك) ومفصل الركبة هو 40 سم والبعد بين محور الدوران والقدم 80 سم ؟

س م = س ز × نق

س م = 60 × 40 = 2400 سم / ثا السرعة المحيطية للركبة.

س م = 60 × 80 = 4800 سم / ثا السرعة المحيطية للقدم .

الشكل رقم(35):يبين أحد أشكال الحركات الدورانية (رمي المطرقة)

.

8–2–2–3– التعجيل الزاوي: هو معدل التغير في السرعة الزاوية بالنسبة للزمن. فهو مقدار الفرق بين السرعتين الزاويتين مقسوما على الزمن ، ووحدة قياسه درجة / ثا2 .

التعجيل الزاوي = السرعة الزاوية النهائية – السرعة الزاوية الابتدائية / الزمن

ع ز = س 2 – س1 / ن وحدة قياسه درجة / ثا2

مثال/ كانت السرعة الزاوية للاعب جمناستك أثناء حركة دورانه حول العقلة في نقطة أ تساوي 180 درجة / ثانية وفي نقطة ب 240 درجة / ثانية وكان هذا التغير في السرعة الزاوية قد حدث في فترة زمنية قدرها (0,2ثا) فما هو التعجيل الزاوي للاعب الجمناستك ؟

ع ز = س 2 – س 1 / ن

ع ز = 240 – 180 / 0.2 = 300 درجة / ثا2

8–3– ملاحظات على الحركة الانتقالية الدورانية:

- يتحرك أي جسم (شيء) حركة مستقيمة **أو** منحنية عندما:

– يكون الجسم حر الحركة (قابل للحركة)

– تكون القوة المحدثة للحركة تمر بمركز ثقل الجسم المراد تحريكه.

– كلما كانت القوة المحدثة للحركة بعيدة عن مركز ثقل الجسم كلما تحولت الحركة إلى منحنية مستقيمة أو حركة دائرية.

– عندما تكون الحركة الممكنة الوحيدة باتجاه مستقيم بغض النظر عن نقطة تأثير القوة.

مثال:

– الباب المنزلق الذي يتحرك فقط باتجاه مستقيم.

– الحركة حول المفاصل أحادية الحور.

– الجسم يتحرك بخط مستقيم عندما تؤثر عليه قوة خارجية سواء بالجذب أو السحب أو الدفع أو عندما ينزلق على سطح أملس مثل الجليد أو الثلج.

في كثير من الحركات فإن الأجسام تتحرك بشكل مستقيم بسبب وجود حركة دورا نية أو دائرية في أحد أجزاء الجسم.

كحركات المشي، الجري، السباحة، ركوب الدراجات.....

- يتحرك الجسم أو تحدث له حركة دوران في الحالات التالية:

– إذا كان الجسم حر الحركة والقوة المحدثة للحركة تؤثر بعيدا عن مركز ثقل الجسم.

– كلما كانت القوة المحدثة للحركة تؤثر بعيدا عن مركز ثقل الجسم كلما كانت حركة الدوران أكبر وأسرع.

– إذا كان الجسم حر الحركة فقط بشكل دائري.

مثال:

–الفخذ (الساق) حول مفصل الحوض.

– حركة الذراع حول مفصل الكتف.

– جسم الإنسان ككل (كوحدة واحدة) يخضع للحركة الدورانية تحت الظروف التالية:

– عندما يكون الجسم مستند على قاعدة ارتكاز ويتحرك حول مركز ثقل الجسم.

مثال: الغطس / الترامبولين بعض حركات الجمباز.

– عندما يكون الجسم مستندا على قاعدة ارتكاز ويدور حول نقطة أو مركز الاستناد.

مثال:

– حركة الشقلبة الجاذبية Cart Wheel

– حركة الشقلبة الأمامية من وضع الاستناد على اليدين Hand Spring

.– وتتحرك أجزاء الجسم أو تخضع لحركة دوران عندما تؤدي القوة المحدثة للحركة أن يدور هذا الجزء حول محور يمر عبر المفصل.

–الذراع تدور حول مفصل الكتف.

–الساق تدور حول مفصل الفخذ (الحوض).

9- مركز الثقل :centre de gravite

9-1- مفهوم مركز الثقل:

- مركز الثقل هو النقطة التي تقع عندها كتلة جسم ما في موضع معين بغرض فهم حركة هذا الكائن، فمركز ثقل جسم كروي منتظم هو النقطة التي يقع فيها مركز هذا الجسم، كما أن مركز ثقل قضيب منتظم ذي مقطع عرضي دائري هو النقطة التي تقع في مركز الجزء المقطعي العرضي من القضيب الذي يقع في منتصف القضيب طوليا. وفي بعض الأجسام ذات الشكل غير المنتظم، قد يقع مركز الثقل خارج الجسم

- ولقد ظهر مفهوم مركز الثقل للمرة الأولى في أعمال أرشميدس فوفقًا له: "إن مركز الثقل للجسم هو نقطة خاصة في داخله، بحيث أن الجسم إذا وضع (علق) في هذه النقطة، فإنه يبقى في حالة السكون ويحافظ على وضعه الأصلي، وذلك لأن جميع المستويات التي تمر بهذه النقطة تقسم الجسم إلى أجزاء تتوازن فيما بينها ."

وفي القرن الرابع الهجري / العاشر الميلاد عرف إخوان الصفا مقدار الثقل في **رسائلهم** بقولهم: "وأما الثقل والخفة في بعض الأجسام، فهو من أجل أن الأجسام الكليات كل واحد له موضع مخصوص، ويكون واقفا فيه ، وإذا خلى رجع إلى مكانه الخاص به، فإن منعه مانع وقع التنازع بينهما، فإن كان النزوع نحو مركز العالم يسمى ثقيلا، وإن كان نحو المحيط يسمى خفيفا ."

-وقد ذكر **ابن الهيثم** في كتابه المناظر : الحركة المكتسبة إنما تكون بحسب مقدار المسافة وبحسب مقدار الثقل." وبهذا يقرر ابن الهيثم أن قوة الحركة إنما تكون بحسب مسافة السقوط وبحسب ما في الجسم من مادة .

إن الأجسام الساقطة تنجذب نحو مركز الأرض . وإن اختلاف قوة الجذب يرجع إلى المسافة بين الجسم الساقط وهذا المركز. وهذه إشارة واضحة إلى أن الجسم كلما كانت مسافة سقوطه أطول، كانت سرعة سقوطه أعلى، ومن ثم كانت قوة ارتطامه أشد. وهو مفهوم كمية الحركة التي تتناسب مع سرعة الجسم ومع كتلته .

9-1-1- تعريف مركز الثقل:

يعرف **مركز الثقل** أو مركز الثقالة لجسم ما على أنه نقطة في هذا الجسم الذي يكون العزم مساوياً للصفر بالنسبة لها إذا وضعنا هذا الجسم في حقل قوى متوازي (مثل حقل **الجاذبية** في الغرفة). ويسمى في الرياضيات بالمرجح.

فمركز ثقل الجسم هو النقطة التي يتوزع حولها ثقل هذا الجسم بالتساوي، بحيث إذا علق منها أو ارتكز عليها يحافظ على توازنه.

- كما يعرف مركز ثقل الجسم بأنه النقطة التي تكون عندها محصلة كل القوى و العزوم المؤثرة على الجسم تساوي الصفر، وهي اتزان الجسم ،هذا ويعتبر مركز الثقل أحد أهم المفاهيم الميكانيكية التي تلعب دورا دورا أساسيا عند حمل الأثقال برافعة أو إلقاء ثقل بمظلة من طائرة.وفي الفيزياء تحتاج بعض المسائل معرفة مركز ثقل نظام لحلها

فمركز ثقل الجسم هو تلك النقطة الثابتة التي يمر بها خط عمل محصلة قوى الجاذبية الأرضية لهذا الجسم عند أي وضع له في الفراغ.

مركز الثقل هو النقطة التي يتوازن عندها الجسم بالنسبة للمحاور الثلاثة،

9-1-2- طرق حساب مركز الثقل:

يعرف مركز الثقل $\vec{r}_s$ بأنه المتوسط الحسابي للمواقع المتجهة $\vec{r}$ لجميع الكتل الجزئية للجسم dm حيث أن:

$$\boxed{\vec{r}_s = \frac{\int \vec{r}\, dm}{\int dm} = \frac{\int \vec{r}\, \rho(\vec{r})\, dV}{\int \rho(\vec{r})\, dV}}$$

$\rho(\vec{r})$ الكثافة عند الموقع $\vec{r}$

dV وحدة أو عنصر الحجوم.

وتكون الكتلة الكلية للجسم في المقام من المعادلات.

وفي حالة جسم منتظم الكثافة يمكن اعتبار الكثافة ρ فينطبق مركز الثقل على مركز الثقل الهندسي. وفي كثير من الأحوال يمكن تسهيل الحساب باعتبار أن مركز الجسم الهندسي يقع دائما على **(محور التناظر)** للجسم. ويكون على سبيل المثال مركز الثقل للكرة في مركز الكرة .

وفي حالة الأجسام المنفردة يمكن إجراء التكامل والحصول على الحجم الكلي عن طريق جمع المواقع المتجهة $\vec{r}_i$ لجميع الكتل الجزئية للجسم $\vec{m}_i$ ،

فنحصل على:

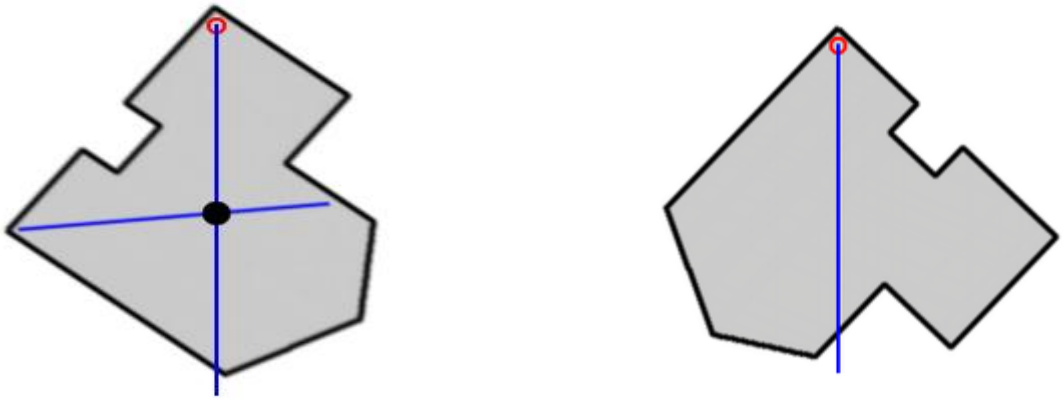
$$\vec{r}_s = \frac{1}{M} \sum_i \vec{r}_i \cdot m_i$$

حيث ان :

M مجموع الكتل الجزئية m_i للجسم:

$$M = \sum_i m_i$$

وقد يكون مركز الثقل خارج الجسم مثلما في حالة الحلقة أو الإطار. فيكون مركز الحلقة أو الإطار في المركز الهندسي.



الشكل رقم (36) يبين طريقة تعيين مركز الثقل والذي يقع رأسيا تحت نقطة التعليق.

– وعند محاولة فهم وحساب حركة جسم ما، فإن تركيز الاهتمام على مركز الثقل غالبا ما يبسط المشكلة. فعلى سبيل المثال، القضيب الذي يلقى في الهواء يتحرك بطريقة معقدة، فهو يتحرك عبر الهواء وفي نفس الوقت يميل للدوران. وإذا تتبعنا حركة نقطة تقع عند طرف القضيب، فإن المسار الذي ستتبعه هذه النقطة سيكون معقدا جدا. ولكن إذا تم تتبع حركة مركز ثقل القضيب، فسوف تتبع النقطة مسارا يشبه القطع الناقص ويمكن توصيف هذا المسار توصيفا رياضيا. بالإضافة إلى ذلك، يمكن وصف الدوران المعقد للقضيب على أنه حركة دائرية بسيطة حول مركز الثقل. كما قد يكون مركز الثقل مفيدا أيضا عند فحص حركات أنظمة معقدة تتكون من أجسام أو جزيئات متعددة مثل حركة الكواكب حول الشمس.

النقطة مسارا يشبه القطع الناقص ويمكن توصيف هذا المسار توصيفا رياضيا. بالإضافة إلى ذلك، يمكن وصف الدوران المعقد للقضيب على أنه حركة دائرية بسيطة حول مركز الثقل. كما قد يكون مركز الثقل مفيدا أيضا عند فحص حركات أنظمة معقدة تتكون من أجسام أو جزيئات متعددة مثل حركة الكواكب حول الشمس

9–1–3– تحديد مركز ثقل الجسم center of gravity

ان فهمنا الأسس عمل العتلات بالشكل الصحيح سيمكننا في تفهم الكثير لمعرفة مركز ثقل الجسم المتحرك ويتكون وزن الجسم من قوة سحب الجاذبية الأرضية لذلك الجسم ، حيث ان الجاذبية الأرضية تسحب كل أجزاء الجسم نحوها و يمكن تعين (**م .ث .ج**) للأجسام الأخرى بتعليق الجسم في الهواء بأكثر من نقطه لعدة مرات والتقاء الخطوط و الامتدادات بنقطه وسطية و التي هي مركز ثقل الجسم . و كما أشرنا سابقا فهناك ثلاث محاور أساسية للجسم (العمودي، والأفقي، الجانبي)، والتي تتقاطع عندها نقطة مركز ثقل الجسم وهي نفس النقطة التي تتقاطع بها المستويات التشريحية الثلاثة للجسم (الأمامي والجانبي والأفقي) .

– ومن أسهل الطرق المستخدمة في هذا الجانب وحسب نظرية الروافع، يمكن استخدام ميزان،و لوح خشبي له طول معلوم وليكن (200 سم) حيث يستلقي الشخص على اللوح ويحدد م. ث . ج (C . G) في المستوى الأفقي عن طريق النقطة التي يتوازن على جهتيها الجسم و التي تمثل النقطة التي لو علق الجسم منها يكون متزن.

9-2- مركز ثقل الأجسام:

تختلف الأجسام عن بعضها البعض، سواء من ناحية الشكل أو من ناحية التجانس والانتظام، وبالتالي فان تحديد مركز ثقل جسم ما يتعلق بهذا الاختلاف.

9-2-1- مركز ثقل الأجسام المنتظمة:

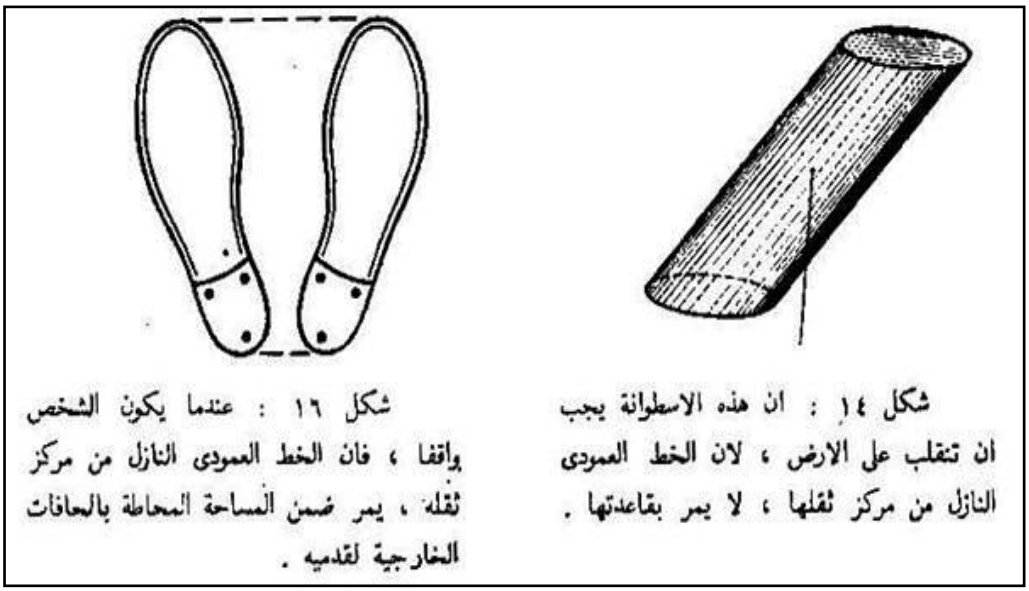
الأجسام المنتظمة والمتجانسة هي تلك الأجسام المسطحة المعروفة الشكل الهندسي،كالمربعات و المستطيلات و المثلثات و الدوائر...وتعتبر هذه الأجسام سهلة من حيث تحديد مركز ثقلها، فهو غالبا ما يقع في تقاطع محاورها.فمركز ثقل جسم كروي منتظم هو النقطة التي يقع فيها مركز هذا الجسم، كما أن مركز ثقل قضيب منتظم – اسطوانة – هو النقطة التي تقع في مركز الجزء المقطعي العرضي من القضيب الذي يقع في منتصف القضيب طوليا.

– أما إذا كان الجسم غير منتظم الشكل الهندسي وذو بعدين فقط، فان تحديد مركز ثقله يكون بتعليقه من أي نقطة منه، ثم رسم محور عمودي إلى الأرض عندما يثبت الجسم، ثم تعليقه مرة ثانية ورسم محور عمودي على الأرض ونقطة تلاقي المحورين أو تقاطعهما تكون هي مركز ثقله.

9-2-2- مركز الأجسام غير المنتظمة:

نقصد بالأجسام غير المنتظمة، هي الأجسام التي لا تتوزع فيها كتلة الجسم بالتساوي على جميع نقاط الجسم، ومن الأجسام غير المنتظمة جسم الإنسان.وقد لاقى تحديد مركز ثقل جسم الإنسان اهتمام العديد من العلماء في مختلف المجالات، كعلماء التشريح علماء علم الحركة وعلماء الفضاء وأخصائي العلاج الطبيعي.و تتضح أهمية تحديد مركز الثقل في معرفة حالة اتزان الجسم في أي لحظة من للحظات، وتحت أي وضعية.

– وفي المجال الرياضي، يعتبر مركز ثقل الجسم من الأمور الهامة والنقاط الحساسة التي يجب التركيز عليها من طرف المدربين و مدرسي الحركات الرياضية، لما تلعبه في توازن جسم الرياضي وبالتالي في الأداء بصفة عامة.



شكل ١٤ : ان هذه الاسطوانة يجب ان تنقلب على الارض ، لان الخط العمودى النازل من مركز ثقلها ، لا يمر بقاعدتها .

شكل ١٦ : عندما يكون الشخص واقفا ، فان الخط العمودى النازل من مركز ثقله ، يمر ضمن المساحة المحاطة بالحافات الخارجية لقدميه .

الشكل رقم (37): يبين موضع مركز الثقل خلال الوقوف العادي للفرد، و كذا للأسطوانة.

ولتعيين مركز ثقل الجسم الغير منتظم عمليا نقوم بتعليق الجسم تعليقاً حراً من عدة نقاط باستخدام خيط يتدلى من أسفله ثقل، وفي كل مرة نرسم الخط الرأسي المار بنقطة التعليق. و تكون نقطة تلاقي هذه الخطوط هي مركز ثقل الجسم.

و لا يشترط أن يقع مركز ثقل الجسم داخل مادة الجسم بالضرورة، فقد يقع عند نقطة خارجة عنها، فمركز ثقل حلقة معدنية يقع عند مركزها حيث لا يوجد شيء من مادة الحلقة، وكذلك علبة فارغة أو كوب فارغ.

9-3- تحديد مركز ثقل جسم الإنسان:

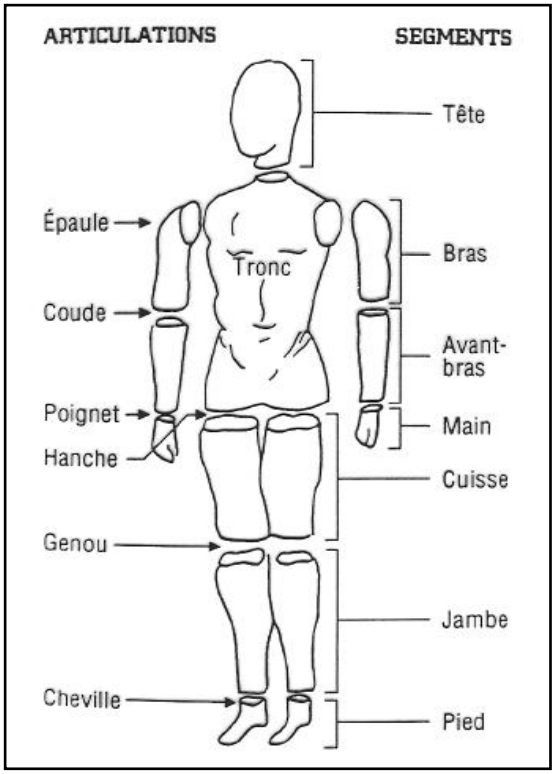
اهتمت العديد من الدراسات العلمية في طرق إيجاد وتحليل مركز ثقل جسم الإنسان، ومن بين هذه الدراسات: دراسة" براون فيشر "حيث حدد مركز ثقل الجسم ب %...5 من طول الشخص مقاسا من أسفل القدم، مع اختلاف هذه النسبة بين الرجال و النساء ,حيث أن ارتفاع مركز ثقل الجسم عند الرجال أعلى منه عند النساء.

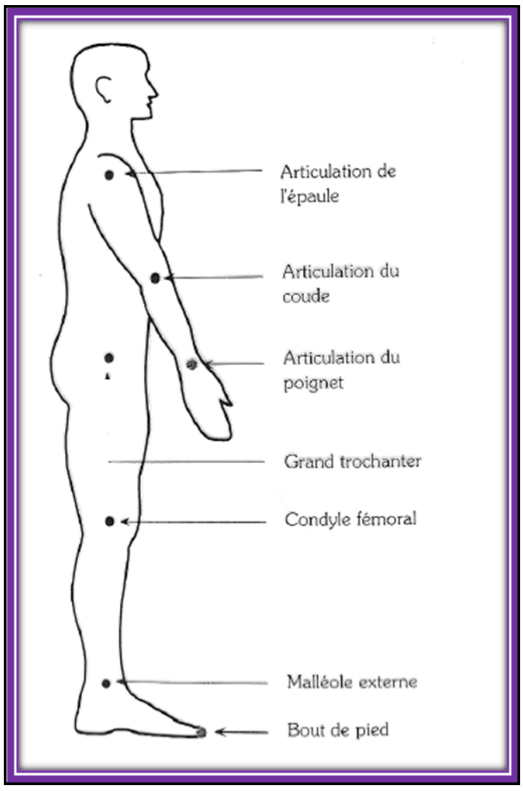
كما أشار " chrowski" إلى أن متوسط ارتفاع مركز الثقل عند الرجال بلغ 1.65% ، بينما بلغ ..5 .%.المتوسط عند النساء. أما العالم" بالمر "و الذي أجرى تجاربه على عينة تكونت من 91 ذكور و 71 إناث ولمدة طويلة استمرت حتى بلوغهم العشرين سنة , فوجد بشكل عام إن ارتفاع مركز الثقل للجسم بصرف النظر عن العمر و الجنس يساوي:6.5 - 7...سم من الطول +مقاسا من أسفل القدم.

- و وجدت مجموعة من باحثي جامعة Caroline الأميركية في دراسة لها نشرت في مجلّة - Plots One - أنّ سرّة الإنسان تحتوي على البكتيريا. فقد تمكن الباحثون من استخلاص 2368 نوعاً من البكتيريا من سرّة 60 متطوّعاً! والمدهش أكثر أنّ هذه الأنواع تختلف من إنسان إلى آخر، فلم يتمكن الباحثون من تحديد سوى ثمانية أنواع مشتركة من البكتيريا لدى 70% من المتطوّعين الستين وأسباب التنوع هذه ما زالت مجهولة حتى كتابة هذه السطور.

كما تبيّن عبر دراسة أخرى نشرت في ال(International Journal of Design and Nature and Ecodynamics) ،أن للسرّة تأثير على الأداء الرياضي. فقد أثبت باحثو جامعة ديوك Duke University الأميركية من خلال هذه الدراسة أنّ السرّة تعتبر مركز الثقل في جسم الإنسان وتتواجد في المنطقة التي تحدد 56% من طوله. و هذا ما يفسر سبب تفوّق الرياضيين السود على البيض في الركض وتفوّق البيض على السود في السباحة. بمعنى آخر، موقع السرّة في جسم الإنسان وليس طول الإنسان هو الذي يحدد أداءه الرياضي. فعند الأفريقيين تقع السرّة في منطقة أعلى من سرّة الأوروبيين ب 3سم ،وذلك بفضل ارتفاع أرجلهم وطولها ممّا يجعلهم أكثر سرعة من البيض في الركض. بينما أثبت أنّ الرياضيين البيض يتفوقون على السود في السباحة و الرياضات المائية بصورة عامة ،وذلك لأنّ أجذاع أجسامهم أطول ما يفسر سبب وجود سرّتهم في مكان أدنى من الأفريقيين.

- وما يجب التأكيد عليه هنا ، أنه في مجال التربية البدنية والرياضية وخاصة ميدان التحليل الحركي يتفق معظم الباحثين على استخدام نموذج موحد للتحديد مركز الثقل خلال تحليلنا للحركات الرياضية، حتى يسهل علينا دراسة وتحليل مختلف الأوضاع التغيرات المصاحبة لها خلال دلك والذي يتمثل في نموذج " **Winter**" ،والدي يرتكز على نتائج العديد من الأبحاث والتي وضعت على شكل نسب ومعدلات لمختلف أعضاء الجسم والتي تمكننا من حساب وتحديد مختلف القياسات اللازمة لحساب وتحديد مركز الثقل.





الشكل رقم (38): يبين نموذج " Winter" والدي يبين أهم النقط التشريحية والمقاييس الجسمية المعتمدة في حساب و تحديد موضع مركز الثقل.

Membre	Segment	Masse seg./ masse corp.	Distance du CM/longueur du segment	
			Proximale	Distale
Main	Poignet/2e articulation du majeur	0,006	0,506	0,494
Avant-bras	Coude/poignet	0,016	0,430	0,570
Bras	Épaule/coude	0,028	0,436	0,564
Membre supérieur	Épaule/poignet	0,050	0,530	0,470
Pied	Malléole lat./MTP II	0,0145	0,500	0,500
Jambe	Genou/malléole méd.	0,0465	0,433	0,567
Cuisse	Hanche/genou	0,100	0,433	0,567
Membre inférieur	Hanche/malléole méd.	0,161	0,447	0,553

الجدول رقم (2): يبين طريقة حساب كتلة ووضعية مركز الثقل أطراف الجسم

9-3-1- علاقة الاتزان بمركز الثقل:

الاتزان هي الدائرة التي يقف عليها جسم ما، فجسم الإنسان الواقف على قدميه قاعدة اتزانه هي الدائرة التي تحيط بالقدمين وتلامسهما، وكذا الحال بالنسبة للأجسام الأخرى كالبنايات والأبراج الشاهقة، فقاعدة اتزانها هي الدائرة التي ترتكز عليها.
وكلما كان مركز ثقل هذه الأجسام داخل هذه الدائرة فإنها تحافظ على اتزانها أما إذا انحرف مركز الثقل أو خرج عن هذه الدائرة فإنها تفقد توازنها أو تسقط إلى الأرض.
هي النقطة التي تقع عندها كتلة جسم ما في موضع معين بغرض فهم حركة هذا الكائن، فمركز ثقل جسم كروي منتظم هو النقطة التي يقع فيها مركز هذا الجسم، كما أن مركز ثقل قضيب منتظم ذي مقطع عرضي دائري هو النقطة التي تقع في مركز الجزء المقطعي العرضي من القضيب الذي يقع في منتصف القضيب طوليا. وفي بعض الأجسام ذات الشكل غير المنتظم، قد يقع مركز الثقل خارج الجسم .

- كلما زادت قاعدة الاتزان زادت حالة الثبات
- كلما انخفض مركز الثقل زاد الاتزان
- طالما وقع مسقط مركز ثقل الجسم في قاعدة الارتكاز زاد الاتزان
- كلما زادت كتلة الجسم زاد الاتزان
- كلما كان الاحتكاك بين السطحين قوي زاد الاتزان
- التركيز البصري يساعد في الاتزان
- العامل النفسي يؤثر على حالة الاتزان

9-3-1-1- الاتزان (Balance)

الاتزان يعني ان محصلة القوى المؤثرة على الجسم تساوي صفراً , وهذا يعني ان الجسم يكون ساكناً عندما تكون محصلة القوى التي تؤثر علية تساوي صفراً , كما يحدث عند لاعبي الجمباز عند أداء بعض حالات الاتزان الثابت.
فضلاً عن ذلك فأن مفهوم الاتزان للأجسام لا يقتصر أثناء السكون فقط بل قد يكون الجسم في حالة حركة متزنة حيث ان المقصود ان تكون الحركة بسرعة انتقالية مستقيمة أو زاوية ثابتة , وهذا يمكن حدوثه عندما يكون مجموع القوى المؤثرة فيه ليتحرك حركة انتقالية وكذلك عزم القوى التي تؤثر فيه ليتحرك حركة زاوية تساوي صفراً , فالاتزان هنا يكون اتزاناً متحركاً.
ان تأثير قوة الجاذبية في حالة الاتزان للاعب تختلف من شخص إلى أخر وفقاً لطبيعة الحركة التي تؤديها , فالوقوف بشكل اعتيادي يعطي الشخص مقاومة اكبر للقوة الخارجية قياساً بالمتزحلق على الجليد الذي يفقد اتزانه وبالتالي سقوطه على الأرض , لذا فأن هناك علاقة بين الاتزان ودرجة المقومة عند تأثير قوة خارجية والتي يطلق عليها بدرجة الثبات

9-3-1-2- التوازن:

لقد تناول العديد من العلماء تعريف التوازن فقد عرفه مُحَمَّد حسن علاوي و مُحَمَّد نصر الدين رضوان بأنه القدرة على الاحتفاظ بثبات الجسم عند أداء أوضاع كما ان وضع الوقوف على قدم واحدة مثلاً أو عند أداء حركات , كما في حركة المشي على عارضة مرتفعة مناطق التوازن في الجسم ، إلا أن معظم المصادر في هذا الجانب تتفق على عدة مناطق وأعضاء في الجسم يتوقف عليها مسؤولية الاحتفاظ بتوازن الفرد والتي تتمثل فيمايلي :

- القدمان : تمثل قاعدة اتزان الجسم وان أي إصابات بها يضعف من توازن الفرد.
- حاسة النظر: أثبتت البحوث انه من السهل ان يحتفظ الفرد إذا سلط نظره على أشياء ثابتة أكثر من تسليطها على أشياء

متحركة .

-النهايات العصبية والحاسة والأوتار الموجودة في نهاية العضلات

-الأذن الداخلية: وتتركب الأذن الداخلية من (القوقعة – الدهليز – القنوات النصف هلالية).

ويقول Bierhate Carle (تقع حاسة التوازن في القنوات الشبه دائرية للأذن الداخلية وتنبه هذه الأعضاء الحسية بواسطة حركة الرأس كما أنها ضرورية في توازن الجسم في جميع حركاته) .

و ساعد الإلمام بالعوامل الميكانيكية والعلاقات التي تربطها في دراسة التوازن وخاصة في الأداءات التي يدخل فيها الاحتفاظ بالتوازن كشروط أساسية لنجاحها وهذه العوامل هي : (بدوي عبد العال وآخرون،2006،ص125)

-وزن الجسم وكتلته

- ارتفاع مركز ثقل الجسم

-نصف قطر قصور دوران الجسم حول النقطة أو المحور الذي سوف يدور حوله أو يسقط

- المسافة الأفقية لخط الثقل بالنسبة للمحور الذي يدور حوله الجسم (مساحة قاعدة الارتكاز (

- قوى الاحتكاك

- الدفع الزاوي الذي يعمل على إخلال الاتزان ألدوراني

-كمية الحركة الزاوية للجسم ككل ولأجزائه.

9-3-1-3- الثبات:

ان ثبات أي جسم هو مقدار قصوره الذاتي إزاء القوة الخارجية المؤثرة فالجسم المتزن يسقط نتيجة تأثير قوة مقدارها (50) نيوتن مثلاً هو اقل ثباتاً من الجسم الذي لا تمكن تلك القوة من التغلب على قصوره الذاتي لتوضيح العلاقة بشكل أدق بين اتزان ودرجة ثباته ,

9-4- أنواع من الاتزان :

9-4-1- الاتزان الثابت(statice balance)

ويعرفه NELSWON ET JHONSON( )بكونه القدرة البدنية التي تمكن الفرد من الاحتفاظ بوضع ساكن أي عندما يكون مركز ثقل الجسم نقطة الاستناد يتحرك الجسم باتجاه تأثير القوة , ولكن الجسم لايلبث ان يعود إلى وضعه الأصلي فلاعب العقلة عندما يكون مركز ثقله أسفل العقلة وعند التأثير عليه بقوة سواء داخلية آو خارجية بأي اتجاه فلا يلبث ان يعود إلى وضعه بعد استنفاذ القوة المحركة له مثل الحركة البندولية على العقلة.

9-4-2- الاتزان المتعادل:

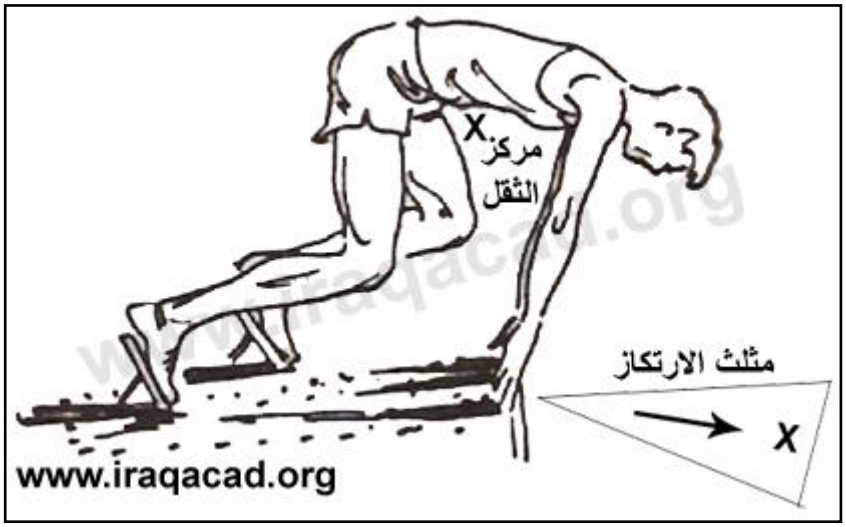
يحدث التوازن المتعادل عندما يمر محور الدوران بمركز ثقل الجسم فعند دوران الجسم على أي زاوية لا تتغير حالة اتزانه ويتسم وضع التوازن المتعادل بأن مركز الثقل يبقى في جميع أعضاء الجسم على ارتفاع ثابت من قاعدة الارتكاز ولا يوجد هذا النوع من التوازن عند الإنسان لأن مركز الثقل عند الإنسان متحرك وغير ثابت.

9-4-3- الاتزان الغير ثابت : (Unstable Balance)

يحدث التوازن الغير مستقر أو الغير ثابت عندما يمر محور الدوران عمودياً تحت مركز ثقل الجسم، وهي الحالة التي يكون فيها مركز ثقل الجسم فوق حافة قاعدة الارتكاز ويتطلب احتفاظ الجسم باتزانه في هذا الوضع درجة عالية من العمل العضلي , ومن الأمثلة على ذلك الوقوف على اليدين فوق جهاز المتوازي .

أي ان القوى الخارجية تستطيع تغير حالة الجسم ليستمر بعدها في حركته وتغير حال اتزانه الأصلي أي ان القوى المؤثرة تأتي نتيجة لوزن الجسم المؤثر فيه (فعل الجاذبية الأرضية) ورد فعل السطح الذي يستند عليه اللاعب وللاعب القلة أثناء دورانه يصل إلى اعتلى قمته فيكون مركز ثقله فوق نقطة العقلة (الاستناد) فيكون قلقاً وتؤثر فيه القوى فيتغير وضعه وبالتالي يسقط مركز الثقل أسفل العقلة وفي لعبة المصارعة إخراج مركز ثقل المصارع الأخر ليجعله قلقاً يرفعه عن الأرض بسحي رجلي خصمه باليدين ويدفعه بقوة باستخدام الكتف بالاتجاه المعاكس.

"

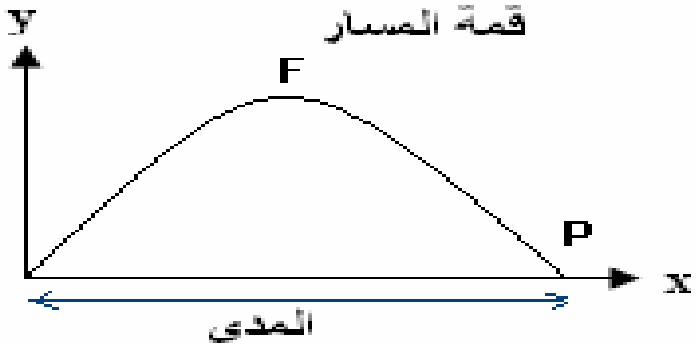


الشكل رقم (39): يبين مركز الثقل العداء خلال لحظة الانطلاقة في مسابقة السرعة

10– المقذوفات : Les Projectiles

10–1- مفهوم المقذوف:

– عندما ينطلق الجسم أو الأداة في الهواء يسمى مقذوف.(فكرة السلة و القرص و الرمح و الجلة و لاعب الوثب العالي.....) ،كلها نماذج للمقذوفات طالما أن الجسم يتحرك في الهواء تحث تأثير قوى خارجية ممثلة في الجاذبية الأرضية و مقاومة الهواء . أي أن كل جسم يتحرك و فقد اتصاله بالأرض يسمى مقذوف و يقع تحت تأثير قوة الجاذبية الأرضية و تطبق عليه قوانين المقذوفات. فمثلا لاعب الوثب الطويل يكسر اتصاله مع لوحة الارتقاء في مرحلة الارتقاء بزاوية معينة وهنا نطلق على اللاعب مصطلح مقذوف ، كذلك عند المناولة في كرة السلة أو الإعداد في الكرة الطائرة فان الأداة يكسر اتصاله مع يد اللاعب فتسمى الكرة مقذوف ، فالمقذوف إما أن يكون اللاعب نفسه كما في الجمباز أو أداة كما في العاب الكرة و الجلة و الرمح...



الشكل (40) يبين متغيرات مسار الجسم المقذوف

– و للمقذوفات متغيرات متعددة تحكم حركتها وتحدد مسارها, فالمسافة الأفقية التي يحققها المقذوف تعتبر هدفا نهائيا للعديد من المسابقات (كالقرص– الرمح..الخ)، كما أن الارتفاع الرأسي يعتبر هدفا أخر في المسابقات الأخرى مثل الوثب العالي و القفز بالزانة لذلك لا يمكن تطبيق نفس المبادئ على جميع أنواع المقذوفات مما يفرض علينا مراعاة خصوصية وأهداف كل مقذوف خلال تحليلنا للحركات الرياضية.

10–1–1– حركة المقذوفات : يتفق كل الباحثين والمتخصصين في مجال الميكانيك و العلوم الفيزيائية بصورة عامة والحركة وأشكالها على وجه الخصوص على مجموعة من النقاط التي يمكن أن تميز م ة أي من المقذوفات بزوايا مثل ركل كرة القدم أو فعاليات الرمي غي ألعاب القوى كرمي الرمح ،الجلة،....،أو أداء فعاليات الوثب الطويل أو العالي وغيرها من المهارات التي تندرج تحت هذا النوع من الحركات والتي تتمثل فيمايلي: (Grimshaw, A.Burden, 2010, p98.)

– الأجسام المقدوفة سواء كانت الأدوات التي يستعملها الرياضي في بعض الفعاليات ، أو جسم الرياضي نفسه.

– إن الجسم الساقط يتحرك بفعل تأثير الجاذبية الأرضية باتجاه مركز الكرة الأرضية، ويختلف مقدار الجذب الأرضي على الجسم من موقع إلى أخر.

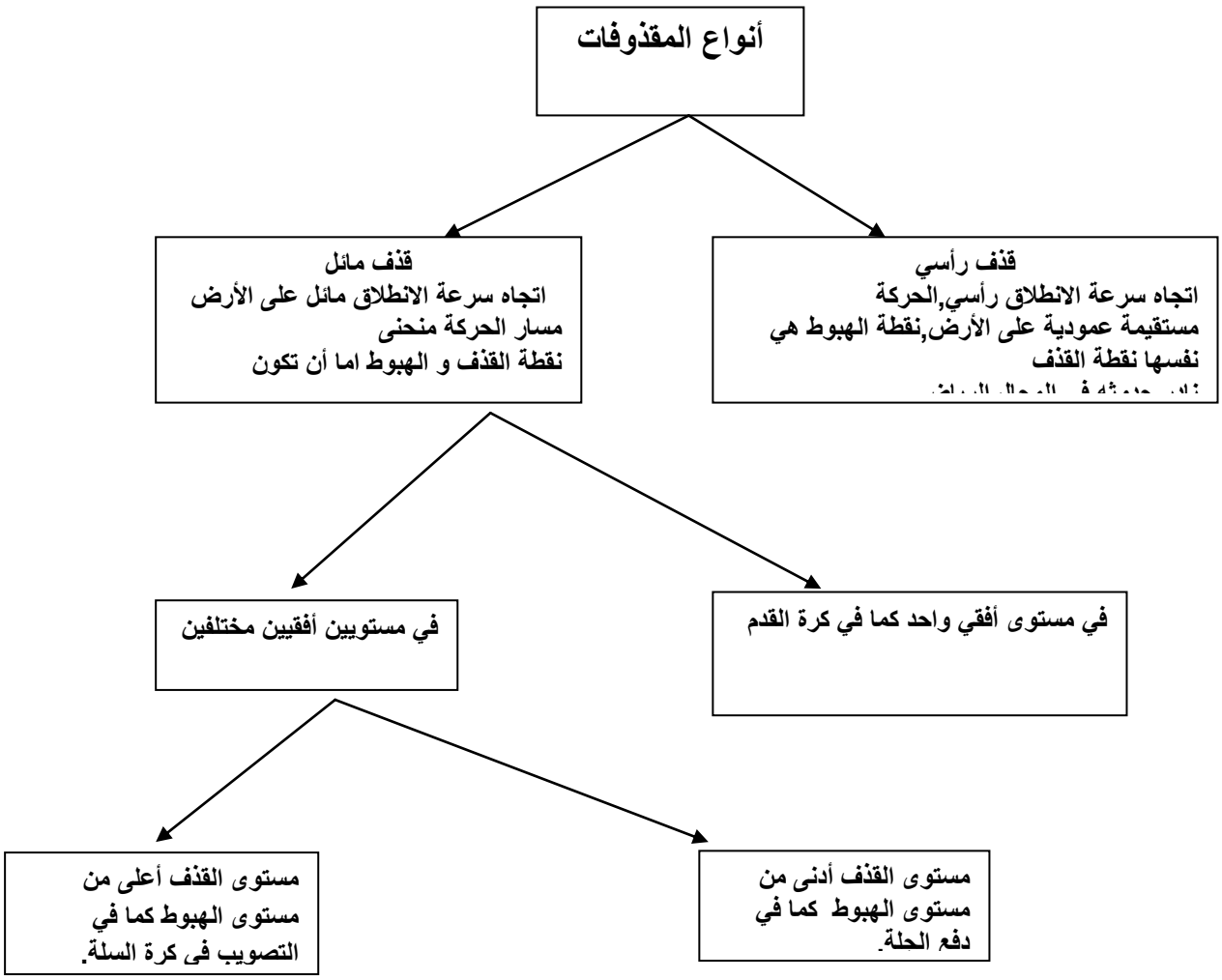
– حركة الجسم الساقط إلى الأسفل أو الصاعد إلى الأعلى بأنها حركة تعجيل معين لان سرعته في تغير مستمر سواء أكان أثناء الصعود أو النزول.

– أي مقذوف يمتلك مصطلحين أولهما (المدى) ويقصد به المسافة الأفقية لمسار المقذوف، والمصطلح الأخر هو (الارتفاع) ويقصد به المسافة العمودية للمقذوف.، لكل من المصطلحين زمنين مختلفين فزمن الوصول إلى أقصى ارتفاع (المسافة العمودية) يختلف عن الزمن الكلي الذي استغرقه المدى أو المسافة الأفقية أو زمن الطيران.

– مصطلح الجذب الأرضي يتعامل مع الارتفاع العمودي وليس له علاقة بالمدى أو المسافة الأفقية.

– طالما ان الارتفاع العمودي أو السرعة العمودية تحددها الجذب الأرضي فأن زمن الوصول إلى أقصى ارتفاع (الارتفاع العمودي) يتم حسابه بوجود الجذب الأرضي.

10-1-2- أنواع المقذوفات: إن تعدد وتنوع المهارات الحركية في مختلف الألعاب الرياضية، يمثل صورة للعديد من المسارات الحركية لمختلف المقذوفات باختلاف مقاديرها ومساراتها،إلا أن معظم المقذوفات لا تخرج عن النماذج الواردة في الشكل التالي : ع



الشكل (41): يبين أهم أنواع المقذوفات

العوامل المحددة لحركة المقذوفات: 10-1-3-

- وتتفق كل نظريات وقوانين علم الميكانيك على ان هناك ثلاث عوامل رئيسية تتحكم في حركة المقذوف (مسار الطيران) و التي تتمثل في مايلي:(R.Lepers, A. Martin, 2007, p125)

- زاوية الطيران (α) l'angle

- السرعة الزاوية لحظة الانطلاق (V0) la vitesse d'envol

- ارتفاع المقذوف عن سطح الأرض لحظة انطلاقة (ho) la auteur d'envol.

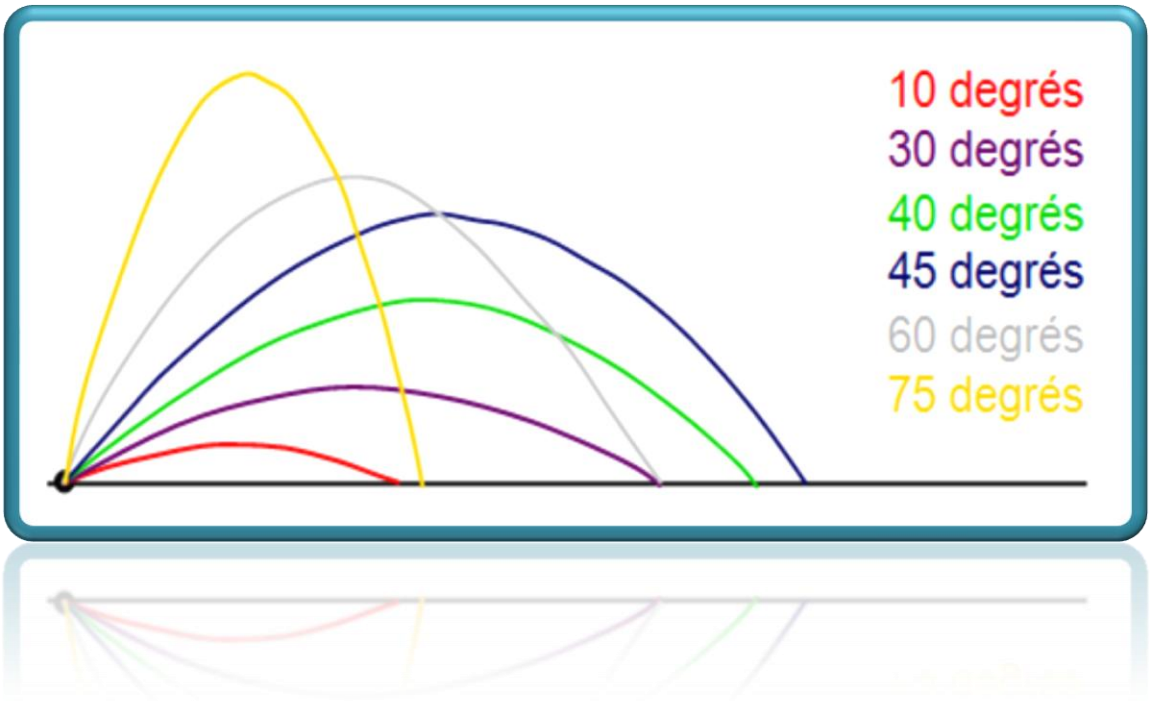
- المؤثرات الهوائية (مقاومة كل من الهواء والرياح) خلال مسارها.

10-1-3-1- زاوية الطيران: وفيما يخص زاوية الانطلاق فإن انسب زاوية لكي يحقق المقذوف ابعد مسافة أفقية (المدى) هي زاوية- **45°-** وتعتبر هذه زاوية مثالية فقط في حالة ما يكون مستوى الانطلاق بمستوى الهبوط. وإذ كان هنالك تباين بين هذين المستويين فعندئذ تختلف الزاوية ، ويعتمد هذا الاختلاف على بعض العوامل التي يجب مراعاتها خلال ذلك والتي تتمثل في ::

* الفرق بين مستويات الانطلاق والهبوط.

* سرعة المقذوف.

* مقاومة الهواء.

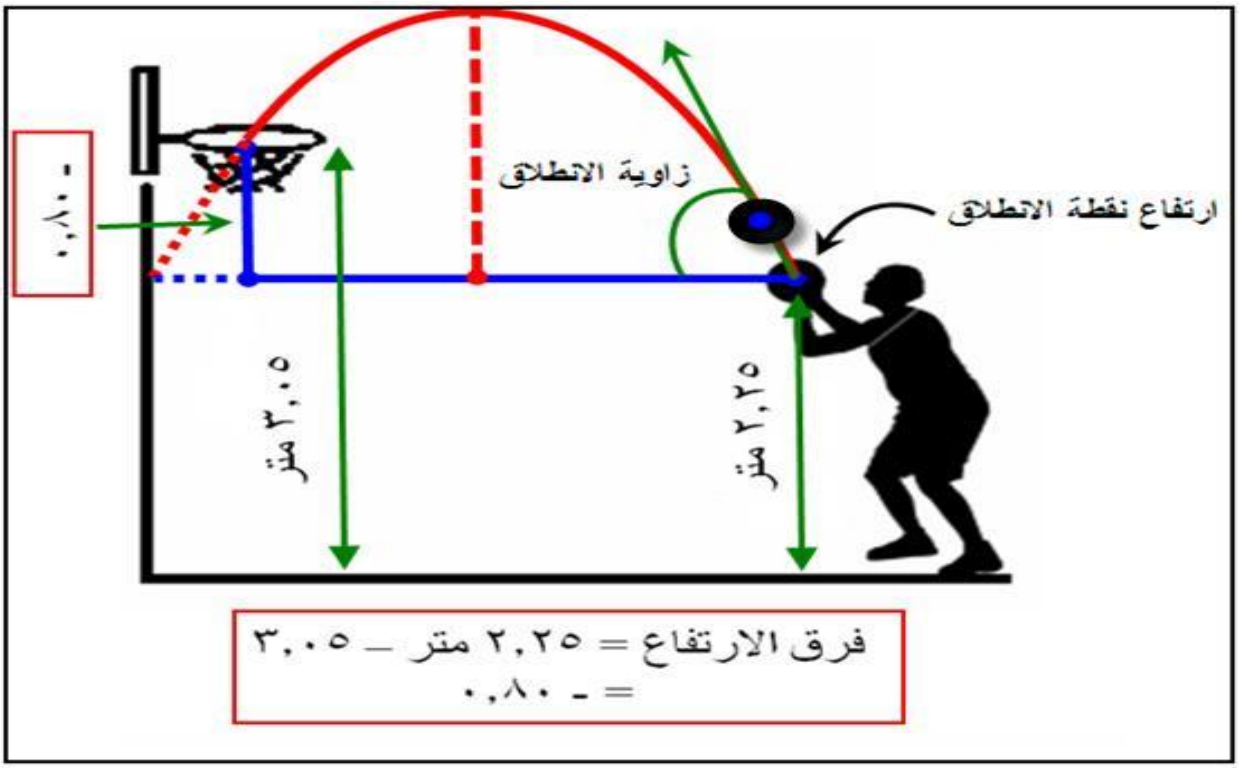


الشكل (42) يبين الفرق بين مدى والمقذوفات طبقا لزاوية القذف

والمقذوفات بزوايا اقل من القائمة تحدث في شكلين أولهما تساوى نقطتي الانطلاق والهبوط والأخر تباين النقطتين، ففي تباين النقطتين قد تكون نقطة الانطلاق اعلي من نقطة الهبوط مثلما يحدث في دفع الثقل أو رمي الرمح أو قد تكون نقطة الانطلاق

ادني من نقطة الهبوط كما يحدث في التصويب بكرة السلة وان فرق الارتفاع يحسب (ارتفاع نقطة الانطلاق – ارتفاع نقطة الهبوط) لذلك فإننا نتوقع ان يكون فرق الارتفاع في الحالة الأولى (دفع الثقل) بالموجب إلا انه في الحالة الثانية (التصويب بكرة السلة) فان فرق الارتفاع يكون بالسالب، وبالرغم من بعض الفروقات بين أنواع المقذوفات إلا نتائج العديد من الدراسات في مجال التخليل الحركي لمختلف المهارات الحركية المندرجة تحت المقذوفات خلصت إلى أن الزوايا المتممة هي التي تساعد على تحقيق أكبر مدى ممكن وإمكانية دلك مربوطة بتحقيق نسب محددة ومناسبة للعوامل الأخرى المحددة لحركة المقذوف .

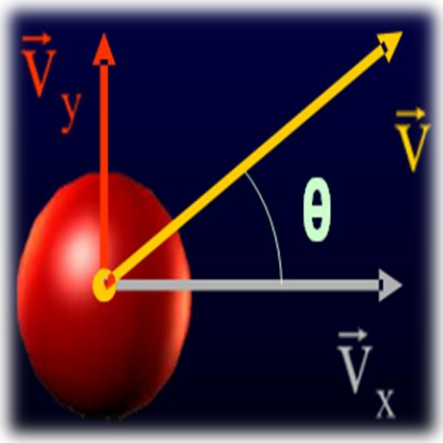
الفرق بين مستويات الانطلاق والهبوط ،ويتوقف ذلك على طبيعة الأداء الحركي للمهارة. حيث ان معظم مهارات الرمي **les lancées** » في ألعاب القوى كالجلة،الرمح،القرص... ، وكدا مهارات القفز « **les sauts** » كالقفز العالي، الطويل،... ومعظم مهارات التصويب في كرة السلة وحتى بعض المهارات في الألعاب الجماعية الأخرى...وكل هاته تندرج تحت هده الحالة . مما يستدعي مراعاة الشروط والقوانين التي تحدد مدى التألق في هده الفعاليات.



الشكل (43): يبين تأثير الفرق بين نقطة انطلاق وسقوط المقذوف (التصويب في كرة السلة) على نسب المتغيرات المحددة لمسار المقذوف.

10-1-3-2- سرعة المقذوف: إن سرعة الطيران للأداة المقدوفة أو الجسم القافز بعد مغادرته الأرض تتكون من مركبتين احدهما أفقية باتجاه الأرض والأخرى عمودية تشكل مع الأولى زاوية قائمة ، ونتيجة لوقوع الجسم تحت تأثير الجاذبية الأرضية (g) أثناء حركته نجد إن مقدار السرعة العمودية (Vy) تقل تدريجيا أثناء حركة الجسم في الهواء إلى أن تصل صفرا تقريبا ، أما مركبة السرعة الأفقية (Vx) فهي على عكس مركبة السرعة العمودية فتبقى بمقدارها نفسه من لحظة مغادرة الأرض لحين الهبوط .

- ويمكن حساب كل المتغيرات المحددة لمسار المقذوف.(سرعة المقذوف، زاوية الطيران، المدى.....)،من خلال استعمال المعادلات التالية:



$$\vec{V} = \vec{V}_x + \vec{V}_y \Rightarrow \begin{cases} V_x = V\cos\theta \\ V_y = V\sin\theta \end{cases}$$

$$\vec{v}_G = \begin{vmatrix} v_x = v_0\cos\alpha \\ v_y = -gt + v_0\sin\alpha \end{vmatrix} \text{ وإحداثيتي متجهة السرعة: } \overrightarrow{OG} = \begin{vmatrix} x = (v_0\cos\alpha)t \\ y = -\frac{1}{2}gt^2 + (v_0\sin\alpha)t \end{vmatrix}$$

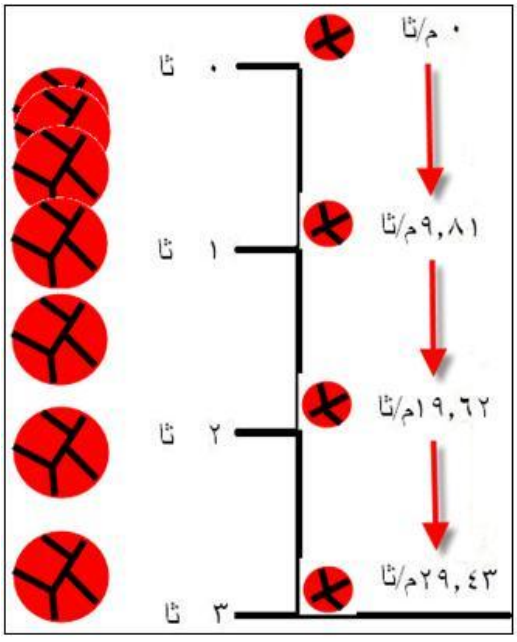
10-2- مبادئ المقذوفات و تطبيقاتها في المجال الرياضي:

- إن أي أداة (كرة، جلة،...) أو جسم يكسر اتصاله مع شيء أخر وبزاوية معينة يسمى مقذوف ، فمثلا لاعب الوثب الطويل يكسر اتصاله مع لوحة الارتقاء في مرحلة الارتقاء بزاوية معينة وهنا نطلق على اللاعب مصطلح مقذوف ، كذلك عند المناولة في كرة السلة أو الإعداد في الكرة الطائرة فان الأداة يكسر اتصاله مع يد اللاعب فتسمى الكرة مقذوف ، ولاختلف الموضوع كثيرا عندما يطلق الحكم في بداية الشوط كرة السلة إلى الأعلى فان الكرة ستنطلق إلى الأعلى بزاوية قائمة (الطيران الحر) وبسرعة معينة تتباطأ وتتوقف ثم تبدأ بالرجوع بتسارع إلى نقطة انطلاقها أو نقطة أعلى من نقطة انطلاقها (السقوط الحر) وكذلك يحدث عند لاعب الترامبولين واللاعب الذي يؤدي مهارة الضرب الساحق بالكرة الطائرة ..... ،و إن كل هذه النماذج الحركية ستقع تحت تأثير قانون الجذب ، والذي ينص على ان الأداة أو الجسم يسقط في الفراغ بتعجيل ثابت مقداره (9.81م/ث) ، ومثلما أسلفنا سابقا فان كرة السلة عند سقوطها من السكون فان سرعتها ستبلغ بعد ثانية واحدة (9.81)م\ثا وفي الثانية تصبح سرعتها (9.81+9.81=19.62) ، فلو استغرقت الكرة عند سقوطها زمنا قدره (3 ثا) فإنها ستصدم الأرض بسرعة مقدارها (29.43 م\ثا).

– ووفقا لهدا المبدأ (**قانون السقوط الحر**) الذي يحدد قيم المتغيرات الكينماتيكية لأي جسم مقذوف فإنه يمكن دراسة حركة أي مقذوف مهما كان مساره والتي يبينها الجدول التالي:

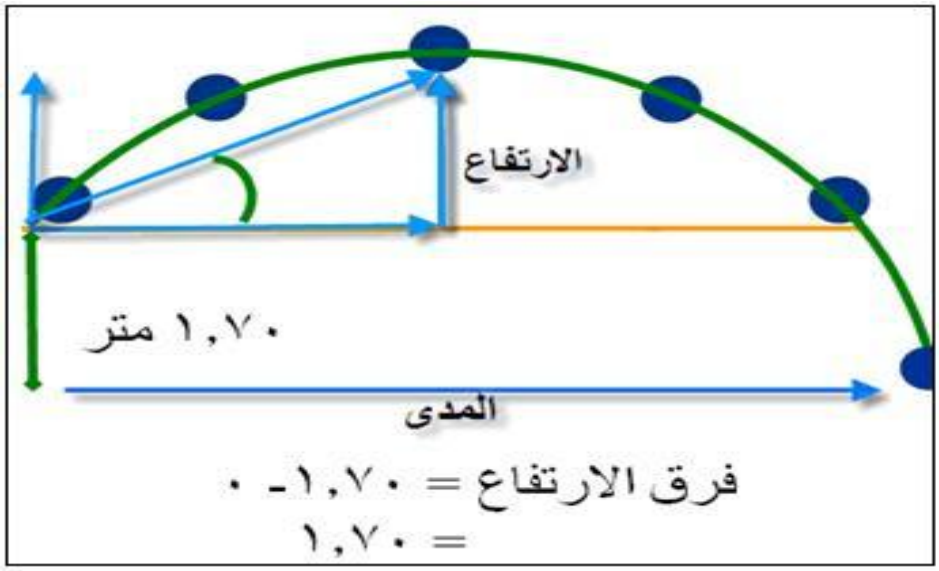
المتغيرات الكينماتيكية / الزمن		– المسافة $X=1/2at^2+v_0t$	السرعة النهائية $V=v+at$	– متوسط السرعة
a=9.80m/s	1 ثا	4.9م	9.8m/s	4.9m/s
	2 ثا	19.6م	19.6m/s	9.8m/s
	3 ثا	44.2م	m/s 29.4	14.7m/s
	4 ثا	78.4م	39.2m/s	19.6m/s
	5ثا	122.5م	49m/s	24.5m/s

الجدول (03): يبين المقادير الكينماتيكية لمسار الجسم المقذوف للأعلى



الشكل (44): يبين مقادير المتغيرات الكينماتيكية ،لحركة السقوط الحر لكرة (X–V.

– فعندما ينتقل جسم من الأسفل باتجاه الأعلى وبسرعة معينة فانه يتحرك بتعجيل منتظم ولكن بشكل تناقصي أي أن سرعته تقل تدريجيا بفعل تعجيل الجاذبية الأرضية البالغ – 9.80 م / ثا ^{2}أو – 32 ق /ثا ^{2} إلى إن تنعدم سرعته النهائية في أعلى نقطة يصلها الجسم ، وأما أن يبدأ الجسم بالنزول ثانية باتجاه الأرض حيث تبدأ سرعته بالازدياد تدريجيا ، حيث يكون تعجيل الجاذبية الأرضية موجبا في هذه الحالة ، فنجد إن أقصى سرعة يبلغها الجسم أثناء النزول قبل ملامسته للأرض ، لو أخذنا الزمن المستغرق لارتفاع الجسم وبلوغه أعلى نقطة نجد إن ذلك الزمن يساوي الزمن نفسه الذي يستغرقه من أعلى نقطة إلى الأرض.



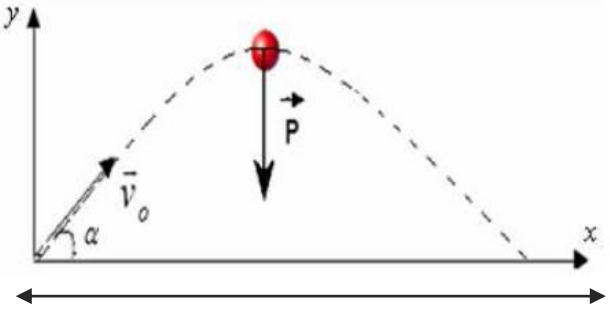
الشكل (45): يبين الخصائص الأساسية لحركة جسم المقذوف – رمي الجلة– مع اختلاف نقطة الإنطلاق والسقوط

10-3– طرق تحديد المتغيرات الكينماتيكية للمقذوفات :

❖ و سوف نقصر في هدا الجانب على القذف في مستوى أفقي واحد، بحيث سوف نعمل على تطبيق قانون نيوتن الثاني **– مبدأ التحريك–** حيث أن

$$\sum F = ma$$

R مع الأفقي فسقط على بعد **α** في اتجاه مائل تصنع زاوية**V_o** – فإذا قذف جسم بسرعة ابتدائية **T**من نقطة القذف على نفس المستوى بزمن قدرة



H- فإذا كان أقصى ارتفاع المقذوف هو

- وكانت المركبة الأفقية لسرعة القذف هي VX

- وعجلة الجاذبية الأرضية. هي g

وكانت المركبة الرأسية العمودية لسرعة القذف هي $\mathbf{V_Y}$

❖ **فانه يمكن حساب المتغيرات الكينماتيكية التالية والتي تمثل الأهداف الأساسية لأي مقذوف في المجال الرياضي:**

يبلغه المقذوف:(h) 10-3-1- حساب أقصى ارتفاع

$h = \frac{1}{2}gt^2$ من خلال الزمن- T

$h = \frac{V_y{}^2}{2\ g}$ من خلال المركبة العمودية- Vy

$h = \frac{(\mathrm{Vosin}\theta)^2}{2g}$ من خلال المركبة الأفقية- **Vx**

للمقذوف: T 10-3-2- حساب الزمن الطيران

$\mathbf{t} = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ بمعلومة الارتفاع- h

$t = \frac{Vv}{g}$ بمعلومة المركبة العمودية- Vy

θ وزاوية الانطلاق **Vo-** بمعلومة سرعة الانطلاق

$$t = \frac{Vosin\theta}{g}$$

بمعلومة المركبة الأفقية وزاوية الانطلاق- θ

$$t = \frac{Vx\ tan\theta}{g}$$

للمقذوف: 10R–3–3– حساب المدى الأفقي

d=Vx.T هي الزمن الكلي للحركة Tحيث

T = tub+tdown

$$\mathbf{R=}\ (\mathbf{Vocos}\ \theta)\left(\frac{Vosin\theta}{g}\right)\mathbf{x2}$$

$$R = \frac{2Vo^2 Sin\theta Cos\theta}{}$$.

- حيث أن:

$$R = \frac{Vo^2}{g} Sin2\theta (Sin2\theta = 2Sin\theta Cas)$$

: زمن الوصول لأعلى نقطة بدأ من نقطة القذف Tub ملاحظة :

زمن الهبوط من أعلى نقطة إلى الأرض Tdown:

- ✓ **و إذا كان مستوى القذف واحد فان Tub=tdown**

– المحاضرة الحادية عشر

11– الروافع: Les Leviers

11–1– تعريف الرافعة:

هي أول الآلات البسيطة التي اخترعها الإنسان، و الرافعة هي أداة تستخدم عند محور أو نقطة ارتكاز مناسبة لمضاعفة القوة الميكانيكية التي يمكن تطبيقها على جسم آخر، ويوصف تأثير الرافعة بالميزة الميكانيكية. والرافعة هي آلة بسيطة، ويعتقد البعض أن الروافع هي أول الآلات البسيطة التي تم اختراعها وتم وصف الروافع لأول مرة في عام (260ق.م) بواسطة العالم اليوناني" **أرخميدس**"

ومن الناحية الميكانيكية الرافعة هي عبارة عن ساق متينة تتحرك حول نقطة ثابتة تسمى (نقطة الارتكاز) كما تؤثر عليها قوة ومقاومة.

وهي أجسام تعتمد على محور في توازنها أو مقاومتها أو سرعة أدائها وتصنف إلى الحركات الدائرية لان لها أنصاف أقطار وهي من مصطلحات علم السكون (.www.hussein-mardan.com)

– **والرافعة بصورة عامة عبارة عن آلية تمكن، إما من مضاعفة شدة القوة المؤثرة على الجسم، وإما من الزيادة في مسافة تنقله.**

11–1–1– مكونات الرافعة:

الرافعة هي ساق متينة ترتكز على نقطة ثابتة تسمى نقطة الارتكاز وتؤثر عليها قوة ومقاومة يؤدي نظام العتلات دوراً مهماً في حركات جسم الإنسان، حيث تعمل عظام الجسم بمثابة العتلة وتتحد نقاطها، وتتفق كل نظريات الميكانيك على أن مكونات الروافع مهما كان نوعها تتمثل في ثلاثة عناصر هي:

كالأتي:

– نقطة الارتكاز: (المحور): هو المفصل الذي يتمفصل عليه العظمتان القريبان بعضهما مع بعض.

– القوة المؤثرة (ق): هو مدغم العضلة لأن نقطة تأثير قوة العضلة تقع في مدغم وليس في منشئها.

– المقاومة (م): يعتمد موقعها على طبيعة تلك المقاومة ويكون اتجاهها دائما باتجاه الجذب الأرضي وهي مؤثر معيقة للحركة الجسم.

– البعد بين المركز والقوة يسمى ذراع القوة والبعد بين المركز والمقاومة يسمى ذراع المقاومة.

11–1–2– مبدأ الروافع: يتفق جميع المتخصصين في مجال الميكانيك على أن هنالك مبدأ واجد يحكم حركة الروافع مهما كان نوعها والوظيفة الحركية المنوطة بكل منها والمتمثل في أن: ***/ القوة في ذراعها=المقاومة في ذراعها***

العزم = القوة × طول ذراعها = المقاومة × طول ذراعها

– والذراع هوا لمسافة بين القوة والمقاومة وبين نقطة الارتكاز بمعنى أنه إذا ضربنا القوة في ذراعها والمقاومة في ذراعها تعطيني نفس الناتج مثل (القوة =60 نيوتن وذراعها =30 سم) (والمقاومة == 120 نيوتن وذراعها == 15 سم) إذا ضربنا القوة في ذراعها ==المقاومة في ذراعها == 1800 وهذا يعنى أن (القوة في ذراعها = المقاومة في ذراعها) و إن حاصل ضرب القوة أو المقاومة في ذراعها = عزم المقاومة أو القوة وأيضا هناك فوائد للروافع

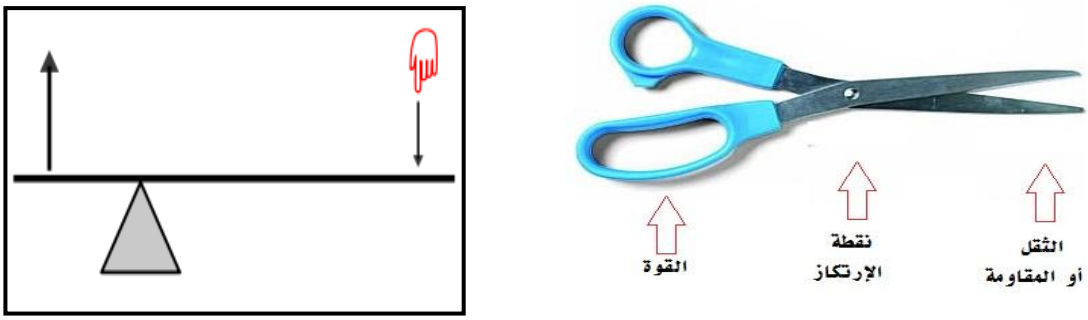
11–2– أنواع الروافع : صنفت العتلات إلى ثلاثة أنواع وفقا للمكاسب المتحققة منها والتي تتمثل في:

– روافع النوع الأول(**رافعة التوازن**) المحور في المنتصف وكل من القوة والمقاومة على طرفي الجسم

– روافع النوع الثاني(**رافعة المقاومة**) المقاومة في المنتصف وكل من المحور والقوة على طرفي الجسم

– روافع النوع الثالث (**رافعة القوة**) القوة في المنتصف وكل من المحور والمقاومة على طرفي الجسم

11–2–1– رافعة التوازن:هي الروافع التي تقع نقطة ارتكازها بين القوة المؤثرة وبين المقاومة. ومن الأمثلة على هذا النوع المقص والعتلة والأرجوحة....

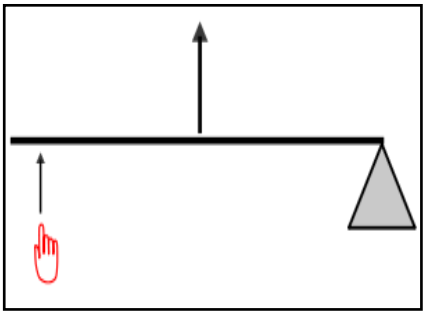


الشكل رقم (46):يبين إحدى أشكال رافعة التوازن

و لكي تبقى العتلة في حالة توازن يجب أن يتساوى ذراع القوة مع ذراع المقاومة على أساس المعادلة السابقة.

11–2–2– رافعة المقاومة:

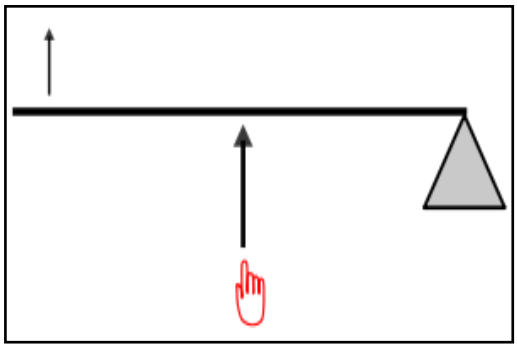
هي الروافع التي تقع نقطة مقاومتها بين نقطة الارتكاز والقوة المؤثرة. ومن الأمثلة على هذا النوع: كسارة الجوز،عربة الحديقة مفتاح القارورة.. .



الشكل (47): يبين الشكل الميكانيكي لرافعة المقاومة

11-2-3- رافعة القوة:

هي الروافع التي تقع قوتها المؤثرة بين نقطة الارتكاز والمقاومة. ومن الأمثلة على هذا النوع: الدباسة، الصنارة....



الشكل رقم (48) يبين مكونات رافعة القوة

هدا ويجب الإشارة إلى أن تحديد نوع الرافعة يرتكز على تخيل فكرة عملها، وكذا تحديد مكونات الرافعة(القوة و المقاومة) ومحورها والتي بناءا عليها يمكن التعامل مع الرافعة التي نحن بصددها.

- رموز ومصطلحات

القوة:يرمز لها بـ(ق) أو (ق1) (F2)

المقاومة:يرمز لها بـ(مق) أو (ق2) (F1)

محور الارتكاز:يرمز له بـ(ن) (R)

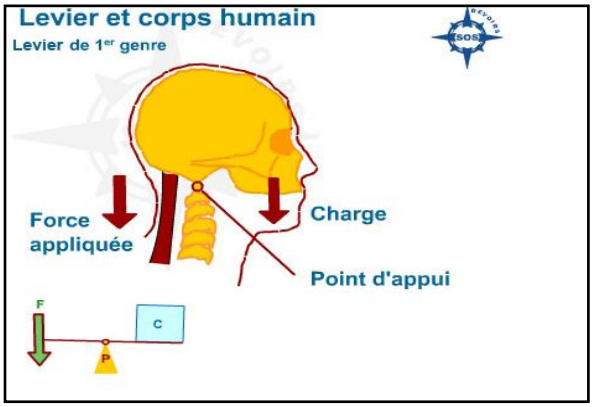
ذراع القوة:(هي المسافة بين نقطة القوة ومحور الارتكاز)ويرمز لها ب(ل1): D2)

ذراع المقاومة:(هي المسافة بين نقطة المقاومة ومحور الارتكاز) ويرمز لها ب(ل2): D1)

11-3- ميكانيكية الروافع التشريحية:

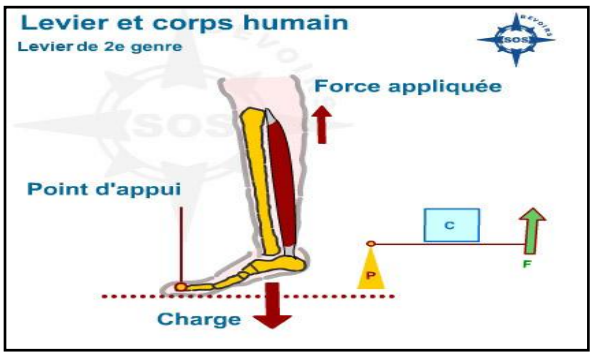
في كل مرة تحرك فيها إصبعك أو يدك أو رجلك تعمل عظامك مثل **الروافع** ويعمل كل مفصل من مفاصلك **كنقطة ارتكاز** وتصل الأوتار العضلات بالعظام وعندما تنقبض العضلة يبذل الوتر **قوة** على العظم وقد يكون الحمل "**المقاومة**"شيئا ما تحاول رفعه أو جذبه. وأن جسمك بمثابة ثقل تحمله عظامك وأن معظم روافع جسمك تنتمي إلى روافع النوع الذي تقع فيه القوة بين المقاومة ونقطة الارتكاز لكن هناك أيضا في جسمك النوعين الآخرين ،بحيث تتجلى الروافع التشريحية غي الأنواع التالية

11-3-1- الروافع من النوع الأول:(رافعة التوازن) و التي تشبه الأرجوحة البسيطة في العمل ويمثل المرتكز النقطة ما بين الوزن والقوة والمثال الوحيد في الجسم على هذا النوع هو عمل العضلات الرقبة الخلفية مع إمالة الرأس إلى الخلف.



الشكل (49): يبين رافعة التوازن التشريحية

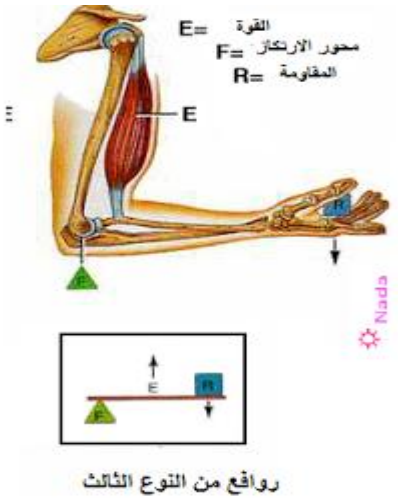
11-3-2- الروافع من النوع الثاني :(رافعة المقاومة) وهذا النوع من الروافع يتميز بوجود المقاومة بين القوة ومحور الرافعة ، و تمثل عملية رفع الكعب عن الأرض إحدى هي الأمثلة على عمل هذا النوع من الرافعات في الجسم وفيه تمثل مفاصل المشط والسلاميات مرتكز الرافعة.



الشكل (50): يبين رافعة المقاومة التشريحية

11-3-3- الروافع من النوع الثالث:(رافعة القوة)

وهي الأكثر شيوعا في الجسم حيث تكون القوة بين الحمل والمحور والمثل النموذجي لذلك هو عملية ثنى مفصل المرفق وتقليص عضلة العضدية لرفع الساعد واليد، وهذا وفقا لما ذكرته موسوعة جسم الإنسان الشاملة. P. Allard, J.-P. Blanchi, (1999, p134)



الشكل (51): يبين أحد نماذج رافعة القوة التشريحية

– وبصورة عامة العامل الأول لحركتنا هو وجود العضلات لدينا، فتُمَكِّنا بنية العضلات الهيكلية من الانقباض بسبب الدفعات العصبية جاذبة معها جزء من الهيكل العظمى في اتجاه تقلصها ومسببة الحركة، والحركة الناتجة عن انقباض عضلة معينة أو مجموعة عضلات يمكن عكسها بمضاداتها.

والحركات الجسدية في مجملها عبارة عن تطبيقات لمبادئ ميكانيكا الروافع، وهى التي تنقل القوة المسلطة على موقع من ذراع الرافعة عبر مرتكز ما أو "نقطة ارتكاز" إلى حمل أو وزن في موقع آخر منها، وفى الجسم تعمل العظام كروافع والمفاصل كمرتكزات لتحريك أي جزء من الجسم، والتي يجب أخدها بعين الاعتبار خلال دراستنا وتحليلنا لمختلف الأوضاع التي يتخذها الجهاز الحركي خلال مختلف الأداءات الحركية الرياضية ..

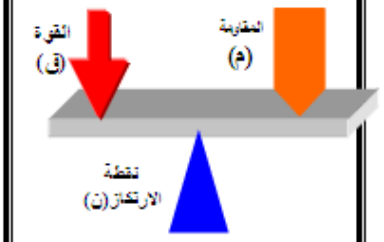
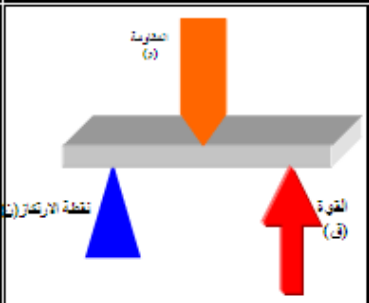
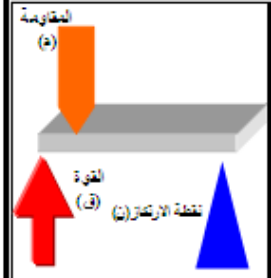
– حوصلة حول انواع الروافع الثلاث

** كلما كانت الفائدة الآلية أكبر كانت الآلة أفضل.

معرفة نوع الرافعة: بمعرفة أى من : نقطة الارتكاز، والمقاومة، والقوة، يقع فى المنتصف.

الموقع فى المنتصف	نقطة الارتكاز	المقاومة	القوة
نوع الرافعة	١	٢	٣

** يُبيّن الجدول التالى الأنواع الثلاثة للروافع:

وجه المقارنة	روافع النوع الأول	روافع النوع الثاني	روافع النوع الثالث
وصفها(تعريفها)	تكون نقطة الارتكاز بين القوة والمقاومة	تكون المقاومة بين نقطة الارتكاز والقوة.	تكون القوة بين نقطة الارتكاز والمقاومة.
الشكل			
أمثلة	المقص،الكماشة، العتلة، الأرجوحة، الميزان ذو الكفتين	فتاحة المياه الغازية ، كسارة البندق، عربة الحديقة.	الملقط، ماسك الفحم ، ماسك السكر والثلج، المكنسة اليدوية، سنارة السمك،الدباسة، مضرب كرة الهوكي
الفائدة آلية	أحيانًا :قد يكون لها فائدة آلية: عندما تكون ذراع القوة أكبر من ذراع المقاومة، فهى توفر الجهد والوقت. (تكون القوة أصغر من المقاومة،وبالتالى يحدث توفير فى الجهد)	لها فائدة آلية: لأنها دائما توفر الجهد والوقت حيث إن ذراع القوة دائما أكبر من ذراع المقاومة وبالتالى تكون القوة دائما أصغر من المقاومة.	ليس لها فائدة آلية: لأنها لا توفر الجهد حيث إن ذراع القوة دائمًا أصغر من ذراع المقاومة، ولكنها تسهل بعض الأعمال.مثل زيادة المسافة أو السرعة، أو الدقة (تكون القوة دائمًا أكبر من المقاومة)

11–4 – وظائف وأهمية الروافع:بالنظر إلى تعدد أنواع الروافع واختلاف أشكالها فإنها تعمل على تقديم الحلول وتسهيل أداء العديد من المهام والواجبات اليومية وكذا الرياضية والتي تتمثل في:

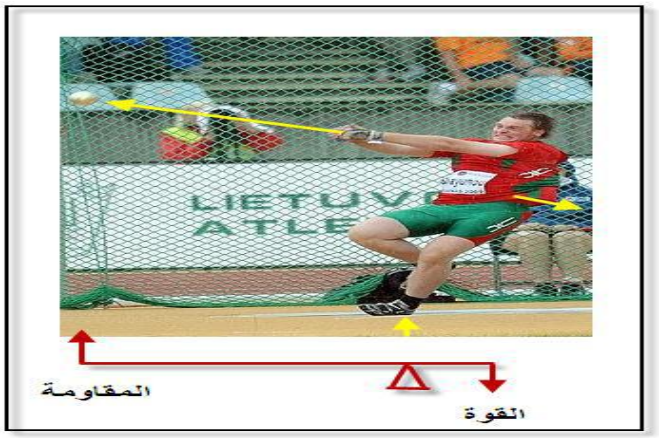
- تكبير القوة وتوفير الجهد مثل: العتلة
- زيادة السرعة مثل: مضرب الهوكي
- تكبير المسافة مثل: المكنسة
- الدقة في أداء العمل مثل: الملقاط
- نقل القوة من مكان لآخر مثل: المكنسة
- تجنب المخاطر مثل: ماسك الفحم

11–5– تطبيقات الروافع الجسم خلال الأداء الحركي:

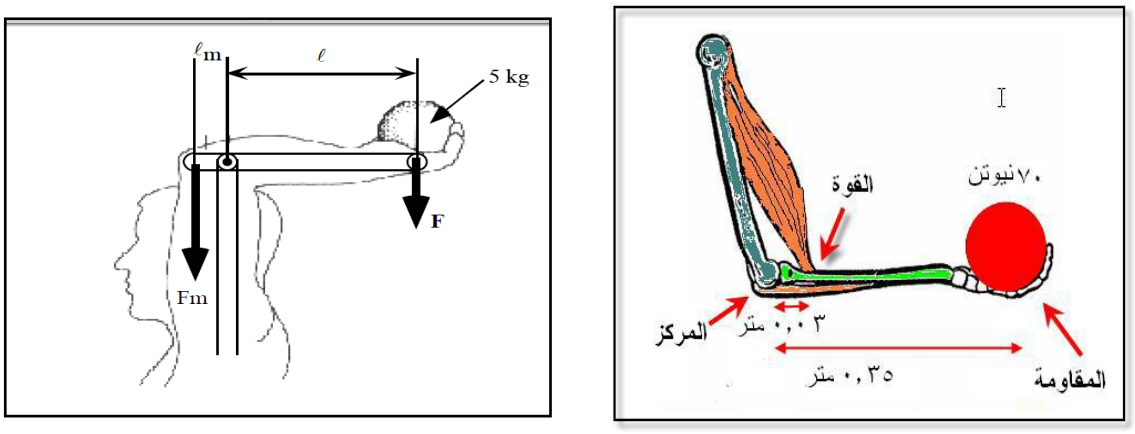
–العتلة من النوع الأول لاتوجد في جسم الإنسان لأنها عتلة محورها على العظم نفسه أي لايوجد عظم مثقوب من المنتصف

–العتلة من النوع الثاني موجود فقط في عضلات القدم ويعتمد ذلك على موقع الاتزان

–جميع العضلات في جسم الإنسان تعمل مع العظام عتلات من النوع الثالث أي ان ذراع القوة فيها قصيرة فهي عتلة المدى الحركي أو عتلة السرعة. ورغم ذلك فمن الممكن تفسير بعض الظواهر بناءا على العتلة من النوع الأول ففي رمي المطرقة يمكن اعتبار القدم مركز العتلة والسلك مع الثقل مقاومة أما الجزء المتبقي للجسم بعد القدم تعد بمثابة القوة ويلاحظ ان العزم المتولد على مفاصل القدم هي التي ستتأثر بأي خلل في الاتزان ولان العتلات تتعلق بالاتزان فان الحركات التي تتطلب الاتزان هي حركات يمكن تفسيرها وفقا لقوانين العتلات، كما يمكن إيجاد مركز ثقل الجسم وفقا للعتلة من النوع الأول P.Grimshaw (A.Burden, 2010, p97)



الشكل رقم (52) : يبين إحدى نماذج الروافع خلال فعالية رمي المطرقة



الشكل رقم (53) : يبين نماذج للروافع ومكوناتها خلال الأداء الحركي

مثال: أحسب مقدار القوة الضرورية اللازمة للتغلب على مقاومة وزنها 500 نيوتن تبعد عن محور الدوران 5 قدم علما أن بعد نقطة تأثير القوة هو 10 قدم ؟

القوة × ذراعها = المقاومة × ذراعها

س × 10 = 500 × 5

10 س = 2500

10س = 2500= 250 نيوتن مقدار القوة المطلوبة.

– المراجع العربية والأجنبية

الدين احمد عبد الفتاح ...، أبو العلا ونصر. (2003). *فسيولوجيا اللياقة البدنية*. القاهرةمصر.: دار الفكر العربي، ط2 ،.

الصميدعي وآخرون. (2011). *الفيزياء والبايوميكانيك في الرياضة*. أربيل: مطبعة جامعة صلاح الدين.

حسام الدين طلحة. (1993). *الميكانيك الحيوية ،الأسس النظرية و التطبيقية*. القاهرة: دار الفكر العربي.

حسن عادل تركي. (2000). *مبادئ التدريب الرياضي وتدريبات القوة*. العراق ، النجف: دار الضياء للطباعة والتصميم.

سوسن عبد المنعم. (1997). البيوميكانيك في المجال الرياضي.

صريح عبد الكريم الفضلي. (2007). *تطبيقات البايوميكانيك في التدريب الرياضي والاداء الحركي*. بغداد: مطبعة عدي العكيلي.

طلحة وآخرون حسام الدين. (1993). *الميكانيك الحيوية ،الأسس النظرية و التطبيقية*. . القاهرة: دار الفكر العربي.

عادل عبد البصير ،ايهاب عادل. (2007). *التحليل البيوميكانيكي والتكامل بين النظرية والتطبيق في المجال الرياضي* (المجلد ط2). الاسكندرية: المكتبة المصرية.

عارف صالح الكرمدي. (2015). *مبادئ الميكانيكا الحيوية والتحليل الحركي*. اليمن.الحديدة .

عبد البصير علي عادل. (1998). *الميكانيك العيوية والتكامل بين النظرية والتطبيق في المجال الرياضي* . القاهرة : مركز الكتاب والنشر .

عمر محمد جاسم محمد والعامري حيدر فياض ألخالدي. (2010). *أساسيات البايوميكانيك*. العراق: ،دار الكتب والوثائق، ط 1.

قاسم حسن ، ايمان شاكر. (1998). *مبادئ الاسس الميكانيكية للحركات الرياضية* . عمان : دار الفكر للنشر.

قاسم حسن حسين وايمان شاكر. (1998). *طرق البحث في التحليل الحركي* . عمان : دار الفكر النشر ط1.

محمد جابر بريقع ، خيرية إبراهيم السكري. (2002). *المبادئ الاساسية للميكانيكا الحيوية في المجال الرياضي* . الاسكندرية: منشاة المعارف.

محمد حسن علاوي،نصرالدين رضوان. (1998). *اختبارات الأداء الحركي* . دار الفكر العربي .

مروان عبدالمجيد ابراهيم ، ايمان شاكر. (2014). *التحليل الحركي البيوميكانيكي في مجالات التربية البدنية والرياضية* . عمان: الرضوان للنشر والتوزيع.

لؤي الصميدعي. (2011). *الفيزياء والبايوميكانيك في الرياضة*. أربيل: مطبعة جامعة صلاح الدين.

–Susan J. Hall; Basic Biomechanics, 5th – Ed, Published by McGraw – Hill – Companies. USA, 2007.

-P. Allard, J.-P. Blanchi, *Analyse du mouvement humain par la biomécanique*, Ed. Decarie, Paris, 1999

-T.Blancon, La physique et la mécanique à l'usage de la pratique sportive, in Dossier EPS n°69, Paris, 2006.

- P.Delamarche, M.Dufour, L.Perlemuter, *Anatomie, physiologie, biomécanique en STAPS*, Ed. Masson, Paris, 2002.
-P.Grimshaw, A.Burden, *Biomécanique du sport et de l'exercice*, De Boeck, Paris, 2010
-J.Hay, *Biomécanique des techniques sportives*, Vigot, Paris, 1980.
-Mcardle.w.et al.2000 essentials of exercise physiologie .2nd ed philadelphia .lippincott williams et wilkin.
-R.Lepers, A. Martin, *Biomécanique*, Ed. Ellipses, Paris, 2007.
- T.Smith, *Biomécanique et gymnastique*, PUF, Paris, 1991
www.hussein-mardan.com