المحور الخامس: كنتيك الحركات الزاوية (نظام الروافع والعتلات في جسم الإنسان):

إن حركات الجسم البشري في الغالب تخضع لتأثير قوى (داخلية وخارجية) تبعد مسافة معينة عن محور الدروان أو نقطة الارتكاز مشكلة روافع أو عتلات تخضع في دراستها إلى استعمال مبادئ عزوم القوى في التحليل البيوميكانيكي للحركات الناتجة وبخاصة في الشق الكيناتيكي من التحليل.

فنظام العتلات في الطبيعة هو احد الأنظمة الميكانيكية التي يشترط في عملها تواجد جسم مادي صلب تظهر فيه نقاط لتأثير عمل القوة وعمل المقاومة ويكون قابل للدوران حول نقطة ثابتة (محور) وتكون كل من نقطة تأثير القوة ونقطة تأثير المقاومة تبعدان بمسافة عمودية عن هذا المحور وتسمى كل مسافة عمودية بذراع وعند التكلم عن بعد القوة نقول ذراع القوة وكذلك نطلق ذراع المقاومة على بعد المقاومة وعند تناول هذا النظام بما يتناسب وطبيعة جسم الإنسان فان الجهاز الحركي للإنسان يشبه إلى حد ما جهاز له خاصية العتلات فالعظام هي الأجسام المادية الصلبة التي تؤثر عليها القوة العضلية المرتبطة بها لتدورها ولهذا يطلق على هذه الأجسام والعضلات التي تعمل عليها بالروافع ويولد الإنسان مع روابط عضلية (عضلات) لها منشأ (نهاية قريبة) ومدغم (نهاية بعيدة) عند مواقع خاصة وأثناء نمو الإنسان تزداد العضلات قوة وتنمو العظام لتصبح اكبر وأطول خصوصا الأطراف وتتغير أوزان أجزاء الجسم ويتغير تبعا لذلك الجهاز العتلي له لذا يجب على الفرد أن يطور تعلمه للأداء تبعا لنمو أطرافه ومن الشواهد على ذلك لاعبات الجمناستك الاولمبيات اللواتي كن أبطال بعمر 14سنه مثلا وبعد سنة أو سنتين يبدون اقل مهارة بسبب التغيرات في توزيع أوزان أجزاء الجسم وبسبب العتلات الأطول مما يسبب في تغير مواضع مراكز ثقل هذه الأجزاء.

1-1 أنواع الروافع في جسم الإنسان:

أ- الروافع من النوع الأول: هي الروافع التي يكون فيها موضع الارتكاز محصورا بين القوة والمقاومة، والصور التالية تبين توضح هذا النوع من الروافع.

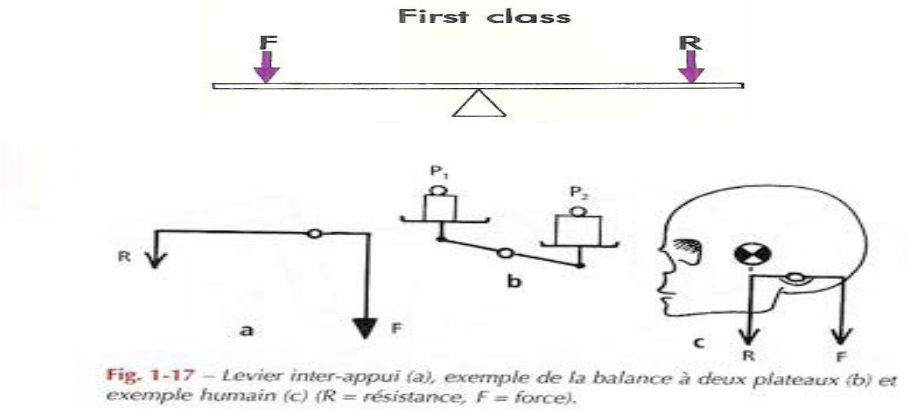

Fig. 1-17 – Levier inter-appui (a), exemple de la balance à deux plateaux (b) et exemple humain (c) (R = résistance, F = force).

ب- الروافع من النوع الثاني: في هذا النوع من الروافع تكون المقاومة محصورة بين القوة موضع الارتكاز او الدوران، والرسم التالي يوضح ذلك:

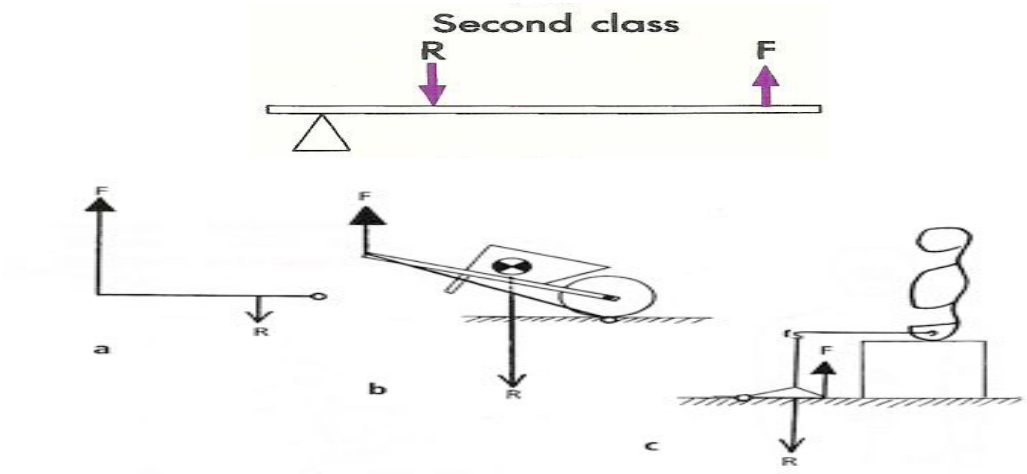

Fig. 1-18 – Levier inter-résistant (a), exemple de la brouette (b) et exemple du soléaire (c), le sujet étant assis.

ج- الروافع من النوع الثالث: في هذا النوع من الروافع تكون القوة محصورة بين المقاومة وموضع الارتكاز أو الدوران، والرسم التالي يوضح ذلك:

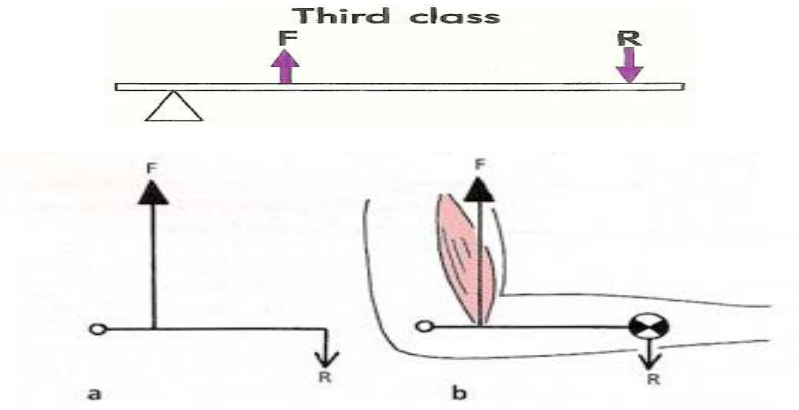

Fig. 1-19 – Levier inter-force (a), coûteux, et son exemple humain (b).

2-1 كيفية الاستفادة من عمل الروافع في جسم الإنسان:

أ- الأفضلية الميكانيكية والأفضلية الحركية في عمل الروافع:

أ-1 الأفضلية الميكانيكية: تكون الرافعة أو العتلة ذات فائدة ميكانيكية من ناحية القوة إذا كان ذراع القوة أطول من ذراع المقاومة وتقاس هذه الفائدة الميكانيكية بتقسيم طول ذراع القوة على طول ذراع المقاومة ونكتب:

$$AM = \frac{L_F}{L_R}$$

فإذا كان هذا المقدار اكبر من الواحد (1) فان الرافعة تدعى رافعة ذات أفضلية ميكانيكية أي أن مقدار القوة المبذولة للتغلب على المقاومة اقل من مقدار هذه الأخيرة.

أ-2 الأفضلية الحركية: تكون الرافعة أو العتلة ذات فائدة من ناحية السرعة ومدى الحركة إذا كان ذراع المقاومة أطول من ذراع القوة حيث أن تحريك جهة القوة من العتلة مسافة قصيرة وبسرعة بطيئة سيؤدي غالى تحريك جهة المقاومة مسافة اكبر وبسرعة اكبر ويتم حسابها من خلال قسمة ذراع المقاومة على ذراع القوة ونكتب:

$$AC = \frac{L_R}{L_F}$$

فإذا كان هذا المقدار اكبر من الواحد (1) فان الرافعة تدعى رافعة ذات أفضلية حركية.

ملاحظة:

إذا كان طول ذراع القوة يساوي طول ذراع المقاومة فان فائدة العتلة الميكانيكية الوحيدة هي تغير اتجاه الحركة.

ويمكن تلخيص الفوائد الميكانيكية للعتلات فبما يلي:

1 -الاقتصاد بالقوة.

2 -زيادة سرعة الحركة.

3 -زيادة مدى الحركة.

4 -تغيير اتجاه الحركة.