القوّة La Force

مختلف أشكال القوّة :

يمكن تصنيف القوّة إلى أشكال مختلفة :

a) تحت جانب العضلات الناشطة : القوّة المحلّية (الموضعي locale) و القوّة العامة (générale) .
b) بناء على خصوصية النشاط الممارس : القوّة الخاصة (spécifique)و القوّة العامة (générale)
c) من وجهة نظر نوع العمل العضلي : القوّة الديناميكيّة (Dynamique)و القوّة الثابتة (Statique) .
d) من وجهة نظر للشكل الأساسي للتمثيل الحركي عندنا : قوّة عظمى (Force maximale)،قوّة مميزة بالسّرعة(Force-Vitesse) و تحمّل القوّة(Endurance-Force) .
e) بدلالة وزن الجسم : القوّة النسبيّة(Relative) و القوّة المُطْلَقة(Absolue) .

أ-1) القوّة العامة : هي تعبير عن القوّة التي من خلالها تتدخل المجامع العضلية الرئيسيّة (عضلات الجدع و الأطراف) .
أ-2) القوّة المحلّية : تمثّل التعبير عن القوّة لعضلة واحدة أو مجموعة عضليّة .

ب-1) في المقارنة بين القوّة العامة و الخاصّة ،يجب الإشارة إلى مفهوم "قوة عامّة "تمثّل القوة للمجامع العضليّة الأساسيّة المستقلّة لنوع النشاط الممارس .
ب-2)"القوّة الخاصّة "تشرك واحد أو أكثر من المجامع العضليّة التي تنشط بصيغة مباشرة في إنجاز حركة رياضيّة خاصّة.
نوعية التنسيق الحركي تلعب دورا هامّا في التعبير عن القوّة الخاصّة .

في بعض الحالات القوّة المحلّية و القوّة الخاصّة يمكن أن يكونا مترادفين .

ج-1) العمل العضلي الديناميكي : يمكن أن يكون إيجابي أو سلبي ،يمثّل العمل الذي يؤدّي إلى تغيير في طول عضلة ما ،إمّا من خلال تقلّص أو تمدّد بالتناوب .
ج -2) العمل العضلي الثابت (إيزومتري) يمثّل التوتّر المتولّد من تقلّص عضلي لا يغيّر من طول عضلة ما (دون تداخل أو تمدد)
ج-*** من وجهة نظر منهجية التدريب ،القوّة الديناميكيّة تنقسم إلى : قصوى ،مميّزة بالسرعة ،و تحمّل القوّة .

د) نظرا أنّ التقسيمات المتشابهة قادرة على خلق إشكاليات بسبب العلاقات الواسعة و المتداخلة الموجودة بين مختلف أشكال تمثيل القوّة ،يمكن عرض تصنيف يرتكز على نوع الجهد ،أين : - يجمّع رياضيّو القوّة (مثلا رفع الأثقال) ،رياضيّو القوّة مميّزة بالسرعة (مثلا الوثب الطويل و الثلاثي) و الذي ينتمون لرياضات التحمّل للقوّة (مثلا التجديف).

ه) أخيرا نعرّف القوّة المطلقة أين الجسم لا يتدخّل و القوّة النسبيّة لها علاقة مع وزن جسم الرياضي .
في مختلف النشاطات الرياضيّة ،القوّة لا تظهر أبدا تحت شكلها المطلق " الصافي "،لكن تظهر تحت شكل مدمج "مركّب" ،أي تقريبا مع مختلف العوامل المحدّدة للأداء .

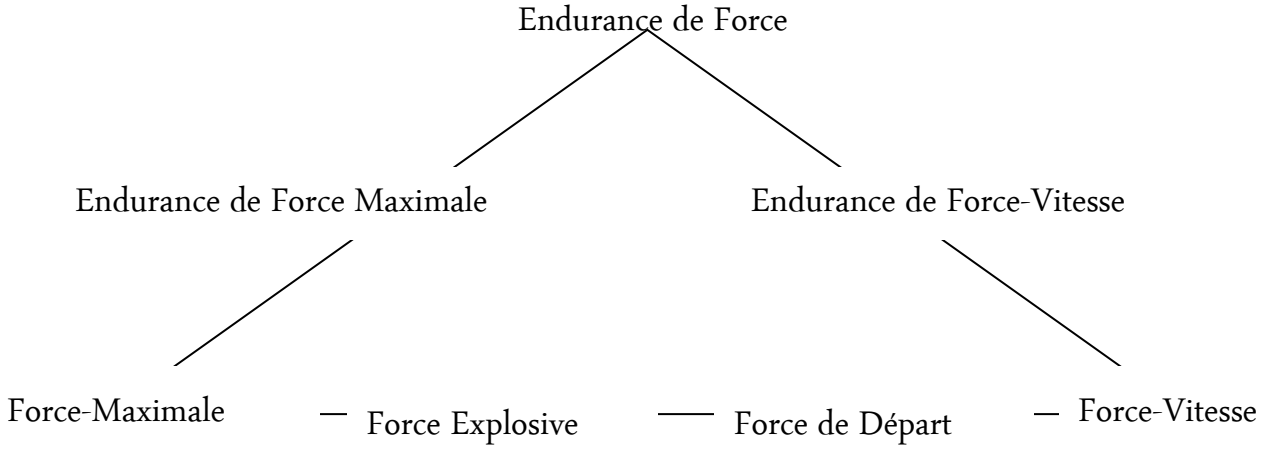


Figure (01) : Corrélation entre les 3 formes principales de la force

من أجل الفهم العام لإشكاليّة القوّة ،نعرض أهمّ نوعين : القوّة الديناميكيّة و القوّة الثابتة .

عموما يمكن القول أنّ القوّة الثابتة لها علاقة وطيدة مع القوّة الديناميكيّة التي تؤثّر على درجة ظهورها ،القوة الثابتة هي أكبر من القوة الديناميكيّة (الموجبة).

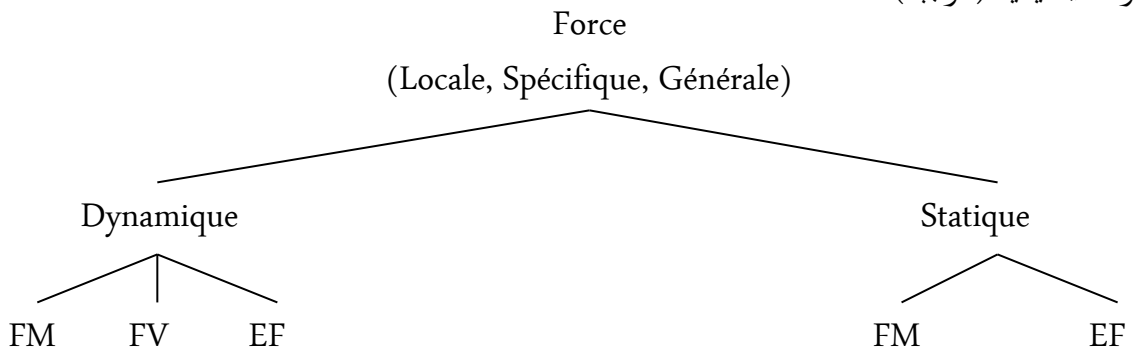


Figure (02) : Représentation schématique des différentes formes d'expression de la force
FM : force maximale ; FV : force-vitesse ; EF : endurance de la force

I. La force statique

La force statique c'est la tension engendrée volontairement par un muscle ou un groupe musculaire contre une résistance fixe dans une position donnée.

(Hollmann & Hettinger 1980)

القوّة الثابتة يمكن تقسيمها إلى قوّة عظمى ثابتة و تحمّل قوّة ثابتة .

1. القوّة القصوى الثابتة :

العوامل المحدّدة للأداء و تكيفاتها في التدريب (العوامل المؤثّرة في القوّة العظمى) هي :

- طول الألياف العضليّة و زاوية عملها La longueur des fibres musculaire et leur angle d'action
- قدرات التنسيق La capacité de coordination
- الدافعيّة أو التحفيز La motivation
- المرض و العمر La maladie et l'âge
- التباينات اليومية Les variations journalières
- قطر (ثخانة) الألياف العضليّة Le diamètre des fibres musculaire
- الحجم العضلي ; Le volume musculaire
- البناء (الهيأة) العضليّة La structure musculaire
- نوع الألياف العضليّة Les types de fibres musculaires
- إنتاج الطاقة ما بين العضلات Production d'énergie intramusculaire

2. تحمّل القوّة الثابتة :

تحمّل القوّة الثابتة يعتمد بشكل وثيق على أقصى قوّة ثابتة .

✓ كلّما كان عمل الحفاظ (الثبات على وضعيّة) كبيرا ،كلّما كان مركّب القوّة عال جدّا و كلّما كان تحمّل القوّة يتطلّب مستوى عالي بدلالة القوّة العظمى الثابتة .

✓ كلّما كان عامل (مكوّن) القوّة ضعيفا ،كلّما كان تعلّق الجهد بقدرات التحمّل للعضلات المجنّدة . الانتقال من أحدهما للآخر يكون سهلا .

كما يعرضه الشكل(03) ،كلّما كان توقيت ثبات القوّة طويلا بدأت القوّة في الانخفاض .

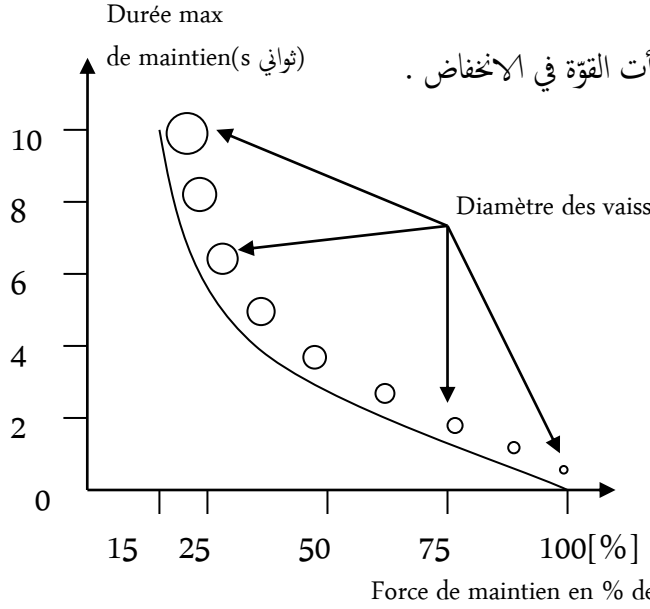


Figure (03) : Durée maximale de maintien en fonction de la force de maintien (d'après *Rohmert* 1979)

- في حالة الجهود محصور ما بين 15 – 50 % من FIM الدوران الدموي ينخفض تدريجيّا ،الطاقة الموفّرة للعضلات تأتي إذن من مزيج هوائي/لا هوائي .
- لأعلى من 50% من الـ FIM ،كلّ الأوعية الدموية تكون منضغطة بسبب الضغط ما بين العضلات و الطاقة توفّر من خلال المجال اللاّ هوائي . في هذه الحالة ،وقت الحفاظ على القوّة قصيرا جدّا ،بداعي الحموضة في العضلة ،و لا تدوم إلاّ لبضع ثواني حين تبلغ 100% من القوّة الإيزومترية العظمى .

القوّة الثابتة العظمى أو تحمّل القوّة الثابتة يلعبان دورا أساسيّا (ضروريا) في المجال الرياضي ،خاصّة في النشاطات الرياضية التي تتطلّب الحفاظ على جهود من القوّة قصيرة أو طويلة ،عظمى أو أقل من القصوى ،مثل في حالة الجمباز عند الأجهزة (الحفاظ على وضعية الصّليب في الحلقتين) ،في رفع الأثقال (الحفاظ و تثبيت الحمولة تحت الرأس) ،في المصارعة أو التسلّق الوعر .
في باقي النشاطات الرياضيّة القوّة الثابتة هي أقل أهميّة من القوّة الديناميكيّة .

II. La force dynamique

La force dynamique représente l'expression de la force au cours de l'exécution d'un mouvement, contrairement à la force statique. La force dynamique se subdivise en : Force maximale/// Force-vitesse ///Endurance-force.

1. La force maximale :

La force maximale dynamique est selon (*Frey 1977*) la plus grande force possible que peut exercer le système neuromusculaire par une contraction volontaire dans la réalisation d'un mouvement.

► La force maximale dépend des facteurs suivants :

- niveau de la force statique ;
- capacité de coordination de la musculature ;
- pré-étirement du muscle ;
- vitesse de mouvement ;
- forme de développement de la force (dynamique positif, négatif) ;
- degré de fatigue.

أ/ مستوى القوة الثابتة : بما أنّه القوّة الديناميكية العظمى هي على علاقة وطيدة مع القوّة الثابتة العظمى (*Zaciorski 1978*) العوامل المحدّدة لهذه الأخيرة هي كذلك محدّدة بالنسبة للقوّة القصوى الديناميكيّة و بالنسبة لمختلف فئاتها مثل القوّة المميّزة بالسرعة
ب/ قدرات التنسيق العضلي : التنسيق بين العضلات هو عامل محدّد آخر فيما يخص التعبير عن القوّة ،فالتنسيق المثالي بين العضلات يحسّن التآلف (التعاون) بين الجهاز العضلي المشارك في العمل الحركي ،و مع التنسيق العضلي الداخلي ،هي حاسمة في قدرات الأداء .
حتّى أقل الأخطاء التي تنتج على مستوى العضلات المتآزرة (Synergique) أو على مستوى العضلات المقابلة (antagonistes) تؤدّي إلى انخفاض في القدرات القصوى للقوة الديناميكيّة .

التقنية الكاملة (parfaite) الخاصّة بنشاط رياضي معيّن ،هي تعبير عن مثاليّة حركيّة بيوميكانيكيّة و تؤثّر بشكل هام على متطلّبات تطوير القوّة .

تنمية الأداء خلال تطوير القوّة الديناميكيّة لا يتمكّن فعله من خلال التدريب بين التقنيّة و القوّة .

ج/ ما قبل التمدد العضلي : ما قبل التمدد العضلي لا يعتبر عامل مهمل (غير مهم) في تنمية القوّة الديناميكيّة القصوى ،و بالأخصّ من أجل القوّة المميّزة بالسّرعة .

إنّ الطول الأوّلي للعضلات يؤثّر على قدرات الأداء :

- إذا كانت العضلة ممتدّدة كثيرا ،القوّة العضليّة يمكن أن تنخفض بسبب قلّة تغطية خيوط الأكتين و الميوزين و نتيجة العدد القليل للجسور المشكّلة في ما بينها .
- إذا كانت العضلة منكمشة كثيرا ،خيوط الأكتين و الميوزين تتشابك (تتداخل) كثيرا ،تكاد تلامس الصفيحة Z ،و التقلّص التالي (اللاّحق) يصبح صعبا ،بل مستحيل .في هذه الحالة القوّة تنخفض و في الغالب هي منعدمة (عاجزة)

La force de contraction optimale se situe entre 90 et 110% de la longueur initiale d'un muscle (*Hass & Bach 1975*).

Dans cette zone, le muscle se trouve déjà quelque peu pré-étiré durant un état de relâchement complet ; les filaments d'actine et de myosine sont écartés de telle manière qu'un maximum de pont, par unité de temps, peut se former entre l'actine et la myosine (force presque maximale).

أخيرا ،بفضل ما قبل التمدد قوّة الضغط للعناصر المطاطيّة للعضلة (توجد في الجزء الملتحمة من العضلات) يضاف للقوة المتولّدة بنشاط الخيوط العضليّة .

القوّة الكليّة للعضلة تنمو مع ارتفاع ما قبل التمدد ،في حين ارتفاع قوّة المطاطيّة خلال التمدّد تبقى مرتفعة مقابل انخفاض القوّة العضليّة النشطة .

د/ سرعة الحركة : قدرة التعبير عن القوّة هي على علاقة مطّردة مع سرعة الحركة و كذلك تتعلّق بالحمولة المحرّكة .

- عند تنفيذ حركة تتطلّب تنشيط أقصى للعضلات ،وزن الكتلة المحرَّكة يؤثّر على مقدار القوّة المنتجة .
- انخفاض الثقل (مكافئ لارتفاع في سرعة الحركة) يصاحبه انخفاض في القوّة التي يمكن للشخص إنتاجها .
- هذه الظاهرة تشرح بالطريقة التالية : عندما تكون الحمولة مرتفعة و السرعة بطيئة ،تقريبا كلّ اللوحات المتحركة المتوفّرة يمكن أن تتجنّد ،و منه ،أكبر عدد من الجسور تشكّل خلال وحدة زمنيّة معيّنة بين الأكتين و الميوزين ،ممّا يولّد (يؤدّي) إلى قوة كبيرة هائلة .
- مع زيادة سرعة التنقّل ،عدد الارتباطات بين خيوط الأكتين و الميوزين ينخفض ،و عليه القوّة المطوّرة تنخفض كذلك .
- حتّى يكون للكتلة العضليّة القدرة على الدفع لأقصى حدّ (تضخّم) ،طرق التدريب يجب أن تختار بمنهجيّة تسمح بالعمل بواسطة أكبر قوّة ممكنة .

- الحركات السريعة وحدها لا تسمح بتنمية القوّة القصوى العظمى ،بسبب الوقت القصير جدّا لمدّة منبّه للقوّة ،الفعل لا يؤثّر سوى على التنسيق داخل العضلات دون التأثير على تضخّم المجامع العضليّة المفعّلة (المشاركة) في الجهد (توزيع الجهد على أكبر كتلة عضليّة) .

هـ/ شكل تنمية القوّة : كِبر القوّة الديناميكية يتعلّق بالطريقة أو النمط الذي تنمّى به .
كما توضّحه المخطوطة (04) ،القوّة الديناميكيّة السالبة (إلى الخارج) أكبر من القوّة الموجبة الديناميكيّة (إلى الدّاخل) في كلّ السرعات .و القوّة الثابتة تتموضع بينهما .

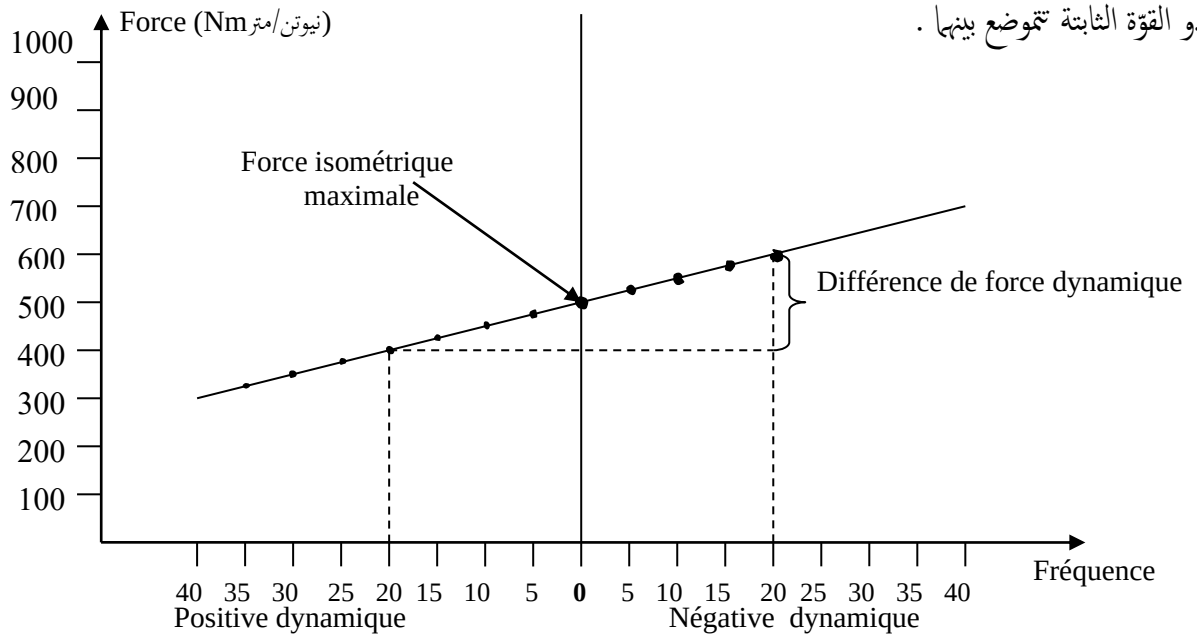


Figure (04) : La force dynamique positive et négative pour des vélocités différentes de mouvement en tenant compte du couple de torsion (عزم الدوران) (*Weineck* 1985)

و/ درجة التعب : إنّ القوّة القصوى الديناميكيّة الموجبة ،كما القوّة الثابتة القصوى ،تنخفض مع زيادة التعب (عدد التكرارات) ،في حين العكس من ذلك ،الضغط المطوّر من القوّة العظمى السالبة يرتفع .

- ارتفاع القوّة الديناميكيّة السّالبة (قوة الكبح) في حالة التعب له علاقة بارتفاع عدد التكرارات ،يعمل من وجهة نظر على خفض المخزون من الـ ATP العضلي و من هنا تأثير الـ ATP على الاسترخاء يقلّ أكثر فأكثر .
- الجسور (الروابط) بين خيوط الأكتين و الميوزين يصبح من الصّعب شيئا فشيئا أن تنقطع (تنفصل عن بعضها) و يزيد كذلك من مقاومة العضلة للتمدّد ..
- القوّة الديناميكيّة السالبة في هذه الحالة لا يمكن أن تنمّى بلا نهاية مع التعب .
- يوجد حدّ يختلف أحيانا كثيرة حسب الأفراد في التمدد للمستقبلات الوترية (récepteurs de Golgi) التي تؤدّي للتوقف اللاّإرادي عن التمرين ،و نتفادى بذلك تقطّع الألياف العضليّة .
- حيث الضغط المتولّد من خلال العمل الديناميكي السالب هو أكبر من الضغط المتولّد من طرف العمل الديناميكي الموجب أو من خلال التقلّص الثابت .
- استعمال القوّة العظمى الديناميكية السالبة هي أكثر فاعليّة من أجل تنمية القوّة القصوى .

III. La force-vitesse

La force-vitesse est caractérisée par la capacité du système neuromusculaire à surmonter une résistance avec la plus grande vitesse de contraction possible (*Hare 1976, Frey 1977*).

- عند نفس الشخص القوّة المميّزة بالسّرعة يمكن أن تختلف بدلالة وضعيات الجسم المطبّقة خلال الحركة (ساعد أو ساق) فرياضي يمكن أن يكون سريعا على مستوى يديه (ملاكم مثلا) لكن ليس بالضرورة مع قدميه (*Smith 1980*)
- توجد علاقة وطيدة بين القّوة الثابتة القصوى و سرعة الحركة : نمو القوّة الثابتة يؤدّي إلى نمو في سرعة الحركة (*Bührle 1981*) .
- أهميّة مكوّن القوّة في القوّة المميّزة بالسرعة يزداد تتابعا كلّما ارتفعت الحمولة .فمثلا عند ثني السّاعدين مع حمولة بـ 13% من الأقصى ،سرعة تنقل أو تحريك هذه حمولة تتطلّب من أجل ذلك 39% من القوّة القصوى .في حين ترتفع هذه النسبة حتى 71% إذا كانت الحمولة المرفوعة نحو 51% من الحدّ الأقصى .حسب (*Werchoshanskij 1978*)
- درجة الارتباط بين القوّة القصوى و سرعة الحركة تزداد حين تزداد الحمولة .

الشكل (05) يبيّن أنّه بدلالة الوقت ،تنمية القوّة يتبع نفس المسار المتصاعد لمختلف الحمولات الديناميكيّة و الثابتة ،هذا ما يرجع للقول أنّ القوّة المميّزة بالسرعة تنجز بنفس النمط خلال تقلّص عضلي ديناميكي أو ثابت .

المكوّن العمودي لمنحنى القوّة الذي يمثّل أحد الإعدادات (الخصائص) للقوّة المميّزة بالسّرعة يتعلّق بثلاث عوامل أساسية :

- عدد الألواح الحركيّة المتدخّلة في نفس الوقت مع بداية الحركة (تنسيق بين العضلات).
- سرعة تقلّص الألياف العضليّة المتدخّلة مثلما تبيّنه أبحاث الكيمياء الحيوية ،درجة التعبير عن القوّة في بداية التقلّص هي على علاقة مطردة مع نسبة الألياف العضليّة السريعة FT،على العكس من التي تنتج خلال القوّة العظمى أين الألياف البطيئة STهي أيضا مشاركة (*Bosco et Komi 1979*) .
- قوّة التقلّص للألياف المتدخّلة ،أي الحجم العضلي (مقطع عرضي).

كذلك القوّة القصوى التي تعتبر عنصرا أساسيّا للقوّة المميّزة بالسرعة ،القوّة الانفجارية و قوّة الانطلاق تلعب دورا هامّا في التعبير عن القوّة المميّزة بالسرعة (*Buhrle et Schmidtbeicher 1981*) .

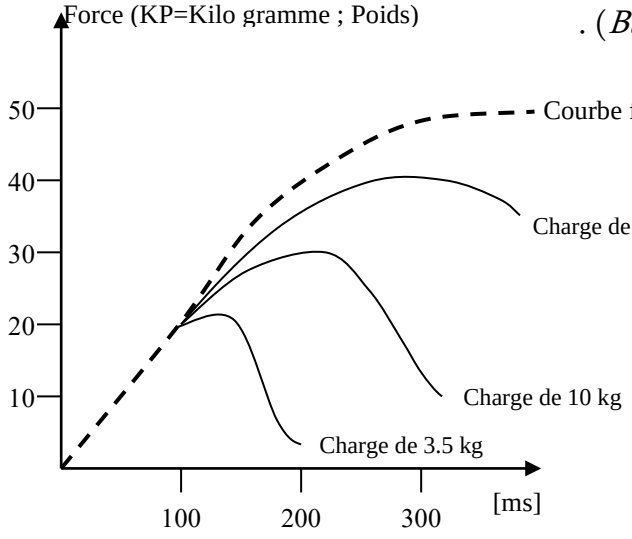
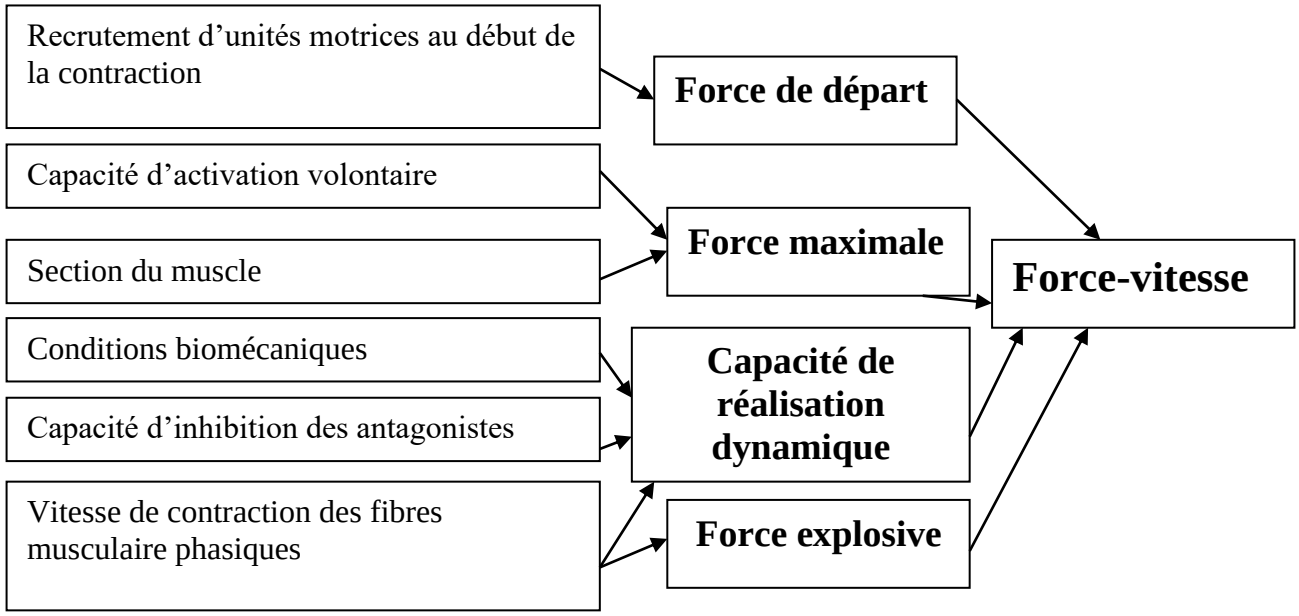


Figure (05) : Courbe de la force en fonction du temps pour des niveaux d'exercice dynamique différents et pour une tension isométrique

- بواسطة القوّة الانفجارية يشير إلى القدرة على إنجاز و تحقيق أعلى قدر من زيادة القوّة في أقصر وقت ممكن ،معناه الزيادة للقوّة بدلالة وحدة زمنية هو المهيمن .
- القوّة الانفجارية تتعلّق بـ : - سرعة تقلّص الوحدات المحرّكة ذات النوع السريع FT
  - عدد
  - و قوّة التقلّص للألياف المتدخّلة .

- نجد كذلك قوّة الانطلاق ،التي تعتبر كصنف من أصناف القوّة الانفجارية ،القدرة على خلق أقصى حدّ للقوّة عند بداية التقلّص العضلي .
- تشترط قوّة الانطلاق أداء حركات تتطلّب أكبر سرعة أوّليّة .(في الملاكمة أو المبارزة...)
- تتميّز بقدراتها على تجنيد أكبر عدد ممكن من اللوحات المحرّكة في نفس الوقت ،في بداية التقلّص و بالتالي توليد قوة أوّلية جدّ مرتفعة .

- إذا كانت المقاومة المراد التغلّب عليها منخفضة ،قوّة الإنطلاق هي المسيطرة .
- إذا زادت الحمولة ،و بالتالي المشاركة الديناميكية و الطويلة للوحات المحرّكة FT ،القوّة الانفجارية هي السّائدة .
- في حالة أين الحمل مرتفع جدّا ،القوّة القصوى هي المتدخّلة . (*Letzelter 1978*).



Les composantes de la force-vitesse

IV. Endurance de force

L'endurance-force dynamique (*Weineck 1983*) représente la capacité de la musculature à résister à la fatigue dans des efforts de longue durée.

إنّ العوامل المحددة للأداء في تحمّل القوّة الديناميكيّة هي نفسها التي تحدّ من تحمّل القوّة الثابتة ، ما عدا مكوّنات التنسيق بين و داخل العضلات (intra et intermusculaire) خلال حركة معيّنة .

خصائص تحمّل القوّة هي : - شدّة المنبّه (بدلالة النسبة المئويّة % من القوّة القصوى للتقلّص .

- حجم التنبيه (مجموع التكرارات).

إنّ استعمال المصادر الطاقويّة يتعلّق بـ : - شدة الحمولة

- حجم المنبّه أو مدّته (*Frey 1977*)

الشكل (06) يبرز العلاقة الموجودة بين ارتفاع الحمولة المنقولة و انخفاض عدد التكرارات الممكنة للجهد .

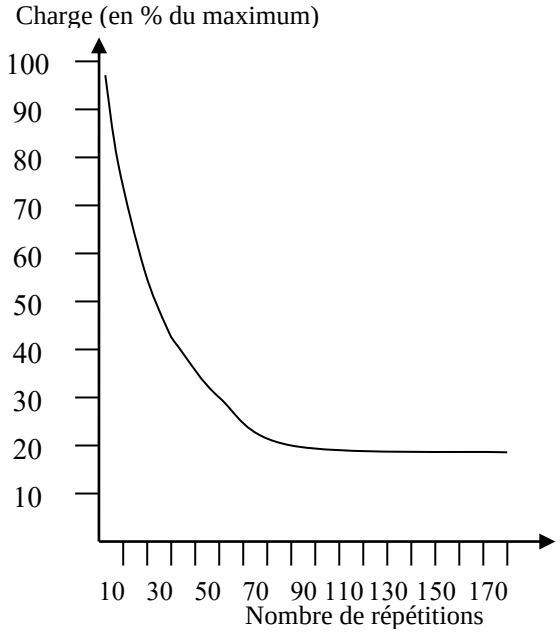


Fig. (06) – représentation graphique de la relation entre l'intensité de la charge et le nombre de répétitions (d'après *Zaciorskij-Wolkow-Kulik*, dans *Matwejew 1981*)

تحمل القوّة المميزة بالسرعة هي شكل من أشكال تحمّل القوّة .

لها أهميّة رئيسيّة في الرياضة أو الأفعال الحركيّة المنجزة بقوّة مميّزة بالسرعة أو بحركات انفجارية متكرّرة للأطراف أو الجدع خلال وقت زمني معيّن (ملاكمة ،مبارزة ،تزلّج فنّي، رياضات جماعيّة ،) .

تحمّل القوّة المميّزة بالسّرعة يتعلّق بقدرة استرجاع العضلة المشاركة في الجهد ،و بالتالي ،مستوى قدرات التحمّل الهوائي و اللاّهوائي العام و المحلّي .

تدريب تحمّل القوّة الديناميكيّة يحسّن من: - سعة التخزين المؤقّت للعضلات

- القدرة على تخصيص مصادر طاقويّة للتقلّص العضلي (CP et Glycogène) حسب (*1973 Saltin*)

- قدرة العضلات المشاركة في الجهد على الاسترجاع

ملخّص تدريب صفة القوّة

I. La force maximale :

Charge : 85 à 100 % de la F max

- Répétitions : 1-5x
- séries : 5-8
- Récup entre séries 3-5'

Exécution dynamique rapide

Force max (volume musculaire / masse musculaire)

Charge : 70 à 85 % de la F max

- Répétitions : 8-12x
- Séries : 3-5
- Récup entre séries : 1-2'

Exécution dynamique rapide

II. L'endurance force

Charge : 30-60 % de la F max

- Répétitions : 15-20x / 20" à 1' en isométrique
- Série : 3-5
- Récup : 1-2'

Exécution dynamique rapide et lent

III. Force-Vitesse

Charge : 30-60 de la F max

- Répétitions : 6-10x
- Série : 3-6
- Récup : 1-2'

Exécution dynamique rapide et explosive