

Musculation

1. À qui s'adresse la musculation et pourquoi la pratiquer ?

1.1 Définition

La musculation vise un renforcement musculaire en réalisant, de façon organisée, des mouvements contre résistances afin d'engager une transformation du système neuromusculaire. La musculation comprend de nombreuses méthodes d'entraînements sportifs. En fonction du protocole choisi, le but sera d'améliorer ou d'entretenir la condition physique, la force, l'endurance ou le volume musculaire. L'objectif peut être également thérapeutique, comme par exemple diminuer le diabète ou encore améliorer la fonction motrice.

1.2 Pour Qui ? Pourquoi ?

La musculation s'adresse ... à tout le monde. Voici quelques exemples :

- Les enfants :
Il faudra travailler de préférence avec le poids de corps et ne pas utiliser de poids avant l'âge de 16 ans. Cela permettra d'améliorer la condition physique, la coordination, le bien-être, l'estime de soi et même les résultats scolaires (source : médecine du sport et de l'enfant et de l'adolescent 2001 ; réentraînement à l'effort chez l'enfant : revue de littérature, 2007). Avec un protocole bien défini, les risques de la musculation chez l'enfant sont minimes. En cas de mauvaise pratique, peuvent se manifester des troubles des cartilages de croissance de type ostéodystrophies de croissance ou d'arrachements épiphysaires. Dans ces cas, qui sont rares, la mise au repos est conseillée [GUINCESTRE J-Y et coll, principes, usages, més-usages et risques du renforcement musculaire. J. Traumatol. Sport, 2005, n° 22, pp 236- 242.]
- Les adultes : actuellement, la population devient de plus en plus sédentaire avec notamment comme conséquences des troubles musculo-squelettiques. Par exemple, les lombalgies sont la principale cause d'arrêt de travail des moins de 45 ans (source : OMS). La musculation permet de traiter avec succès les lombalgies (source : www.belgianbackociety.be). Il faut noter également qu'à partir de 40 ans, nous perdons naturellement des fibres musculaires (phénomène de sarcopénie). Il serait normalement indispensable de pallier cette perte à l'aide de séances de renforcement musculaire (source : Borst SE et coll., 2004).
- Les patients diabétiques obèses, etc. : la musculation présente de bien meilleurs résultats de traitement comparativement aux séances d'endurance. (Source : Hunter et coll., 2008 ; Strasser et coll., 2011)
- Les sportifs : ils améliorent leur performance grâce à la musculation, même ceux qui pratiquent des sports d'endurance (Source : sport et vie, 2013).
- Les personnes âgées : un protocole de musculation a été mené chez des octogénaires. Au bout de huit semaines, ils ont augmenté leur vitesse de marche de 48% et leur force de 174%. (source : Borst SE et coll., 2004)
- Les personnes avec handicap moteur : trop peu d'études ont encore été réalisées chez cette population par méconnaissance des bienfaits, alors que certains auteurs ont montré l'intérêt de cette technique (source : Degache F., 2011). Pour les adolescents, nous retrouvons les mêmes bénéfices que chez les enfants : amélioration des capacités fonctionnelles, de la coordination, de l'estime de soi et même des résultats scolaires (source : réentraînement chez l'enfant, revue de littérature, 2007).
- Et bien-sûr, les body-builders : elle est pratiquée ici pour des raisons « esthétiques ». Cette discipline, qu'il faut respecter, dessert l'image de la musculation chez le tout-venant. En effet, par ignorance, les personnes associent musculation et culturisme. Ils pensent qu'en pratiquant du renforcement musculaire, ils vont prendre du volume musculaire. Cela dépend en fait du protocole choisi. Les différentes méthodes, avec leurs objectifs, vont être expliqués dans le chapitre suivant.

2. Physiologie des muscles striés squelettiques

2.1 Organisation d'un muscle

Un muscle désigne un groupe de fibres liées les unes aux autres par du tissu conjonctif à plusieurs niveaux :

- épimysium : enveloppe le muscle en entier.
- périmysium : enveloppe un faisceau musculaire.
- endomysium : enveloppe une fibre.

Ces différents niveaux du tissu conjonctif se rejoignent aux extrémités du muscle pour former les tendons. Ces derniers sont des faisceaux plus ou moins longs de fibres de collagène qui permettent la fixation du muscle à l'os.

Ce sont les fibres musculaires qui composent le muscle proprement dit.

Elles sont elles-mêmes majoritairement composées de myofibrilles, succession de sarcomères alternant les bandes foncées et claires, à l'origine du nom strié.

Ces stries illustrent l'existence de sous-unités :

- les myofilaments épais : myosine.
- les myofilaments fins : actine, troponine, et tropomyosine.

La troponine et la tropomyosine sont des filaments fins régulateurs qui empêchent la liaison entre l'actine et la myosine. (potentiel d'action, libération calcium sur troponine => changement de conformation de la troponine qui se répercute sur la tropomyosine et libère le site de liaison pour la fixation de la tête de myosine)

Les myofilaments baignent dans le sarcoplasme comprenant des mitochondries, des gouttelettes de lipide, le réticulum sarcoplasmique (ensemble de vésicules et de canaux de dimensions variées, riches en ions calcium) et les tubules transverses (cavités orientées perpendiculairement aux myofibrilles riches en ions sodium)

2.2 Types de fibres musculaires

2.2.1 Fibres lentes ou de type I

Elles sont de petit diamètre et très vascularisées.

Elles contiennent de nombreuses mitochondries et peu de glycogène.

Ces fibres fonctionnent en aérobie et ont un taux de myoglobine élevé (d'où leur couleur rouge).

Elles sont très endurantes mais peu résistantes.

2.2.2 Fibres rapides

- de type IIa ou fibres intermédiaires :

Elles sont de diamètre moyen, de couleur rosée.

Elles sont à la fois rapides et résistantes à la fatigue.

Elles sont capables de fonctionner soit en aérobie, soit en anaérobie (double appareillage enzymatique, oxydatif et glycolytique).

- de type IIb :

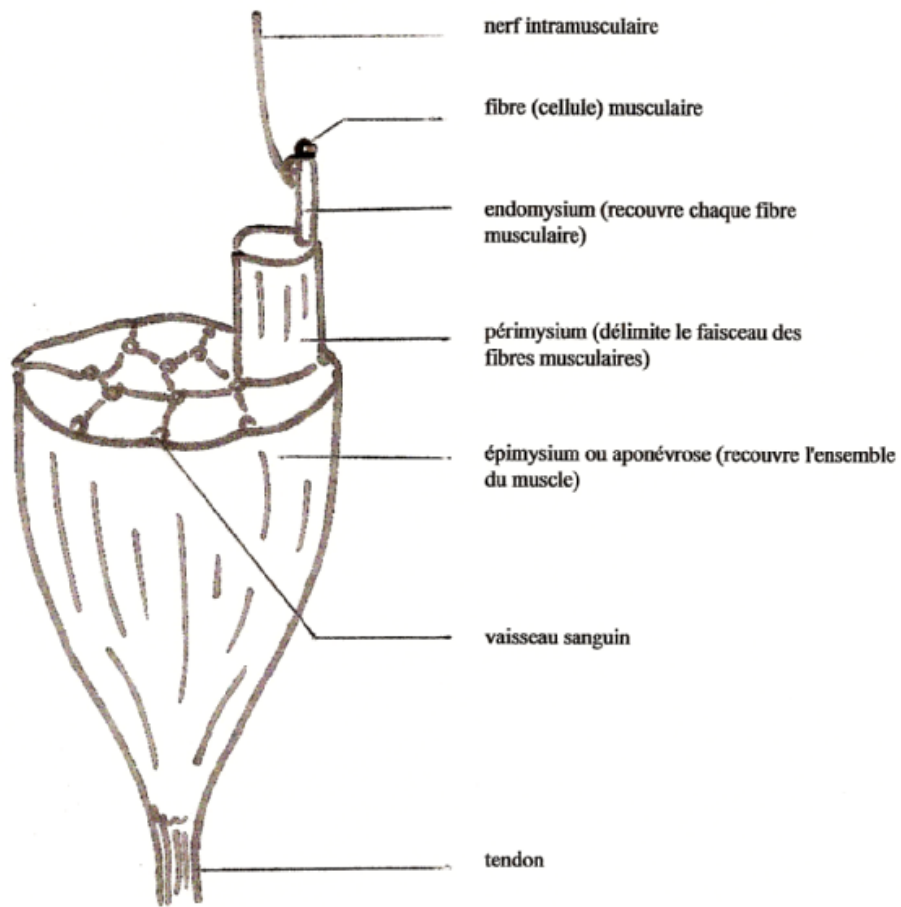
Elles sont de grand diamètre, pauvres en mitochondries et peu vascularisées.

Elles sont très riches en glycogène.

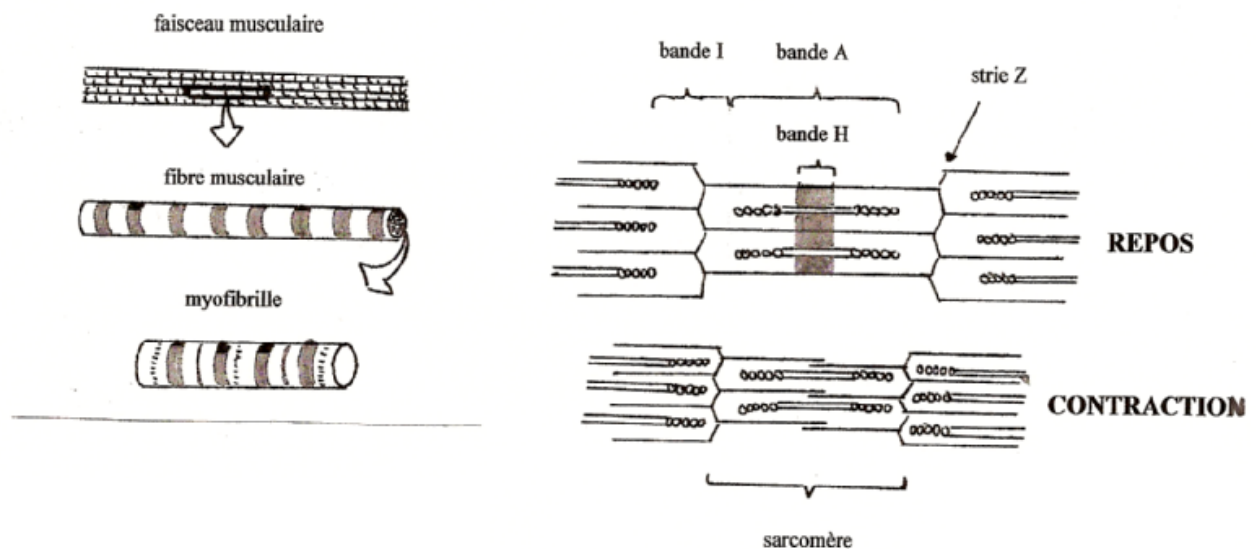
Ces fibres fonctionnent en anaérobie et ont un faible taux de myoglobine (d'où leur couleur blanche).

Elles sont à la fois très puissantes et très fatigables.

le muscle



Représentation d'un sarcomère au repos et contracté



3. Variables à maîtriser

Avant de concevoir un protocole, il faut connaître les variables à maîtriser :

3.1 Le type d'exercices :

Est-ce que l'on veut renforcer un groupe musculaire, (seulement les membres inférieurs, les membres supérieurs, le tronc...) ou au contraire solliciter le maximum de muscles pendant un exercice ?

3.2 Le régime de contraction :

Le régime concentrique, privilégié pour les membres inférieurs et supérieurs :

- Le travail se fait dans le raccourcissement du muscle, avec un rapprochement des 2 points d'attache du muscle.
- La force de chaque fibre repose sur l'étendue du chevauchement entre filaments d'actine et filaments de myosine. Lorsque le muscle se raccourcit, cette étendue diminue, la force décroît.
- Pour que la force reste proportionnée à la résistance en tout point de la course, l'influx doit recruter un nombre croissant d'unités motrices afin de récupérer la force que le muscle perd en longueur.
- => épuisant en terme d'influx nerveux.
- Récupération courte et courbatures peu intenses.

Le régime isométrique choisi en général pour le tronc et des muscles stabilisateurs comme les moyens fessiers :

- Cette méthode ne développe pas la masse musculaire et le gain de force ne se situe presque que dans l'angulation travaillée (à plus de 20° de la position travaillée la force n'évolue pas).
- Elle nuit aux qualités de coordination ainsi qu'à la vitesse de contraction.
- Les courbatures sont plus importantes qu'en concentrique et la récupération est plus difficile.
- Intérêt : les forces développées sont supérieures de 10 à 15 % par rapport au concentrique.

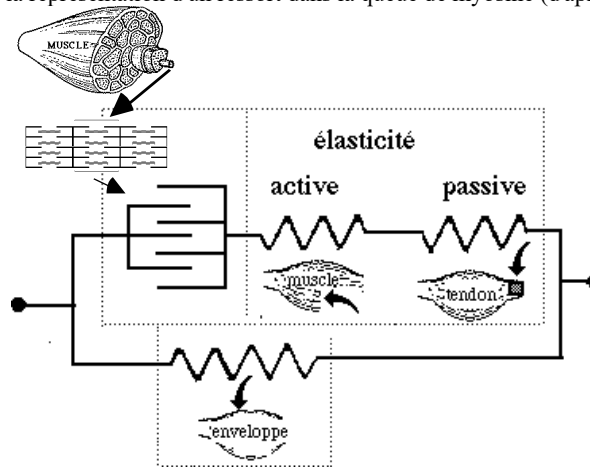
Le régime excentrique est à manier avec prudence car il engendre des courbatures très importantes :

- La contraction excentrique sollicite plus particulièrement les unités motrices rapides (au contraire du concentrique).
- NB : les muscles phasiques, richement dotés en fibres rapides, ont non seulement pour fonction de communiquer de fortes accélérations, mais aussi de disposer, en compensation, d'une grande puissance de freinage.
- Le travail excentrique sollicite de moins en moins de fibres tout au long du mouvement. La traction exercée par chaque fibre sur le tissu conjonctif devient dévastatrice. Cela entraîne des lésions profondes dans le muscle (épaississement des stries Z, nécrose des fibres (surtout de type II), destruction importante de myofibrilles...).
- La récupération est longue (3-6 jours voir plus).
- Cette méthode développe une meilleure résistance élastique des tissus et désactive les réflexes inhibiteurs déclenchés par les Organes Tendineux de Golgi (OTG), donc atténue l'inhibition réflexe sur l'activation musculaire.
- Elle permet une maturation du collagène et une augmentation de la résistance tendineuse.
- Elle améliore la force et la résistance à l'étirement, et provoque une perte de souplesse et d'élasticité.
- Par rapport au travail concentrique ou isométrique, le travail excentrique permet un gain de force plus rapidement, mais, au total, ces gains de force ne s'avèrent pas supérieurs.
- Il faut travailler l'excentrique avec prudence et toujours coupler cet entraînement avec des exercices concentriques, et faire suivre des séances d'étirements (éloigné de cette séance de travail excentrique pour ne pas augmenter les microlésions).

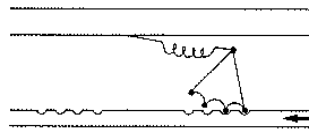
Le régime pliométrique qui correspond à un cycle d'étirement-raccourcissement du muscle :

- Définition : un muscle, qui se trouve dans un état de tension, est d'abord soumis à un allongement et ensuite il se contracte en se raccourcissant (mise en jeu du cycle étirement-raccourcissement).
- En résumé, on provoque un contre mouvement qui entraîne un étirement brutal du muscle, pour produire une contraction plus forte et surtout un raccourcissement beaucoup plus rapide.
- La contraction musculaire est améliorée grâce au réflexe myotatique et à la restitution de l'énergie emmagasiné par le muscle.

- Elle est illustrée par le schéma de Hill amélioré par Shorten.(1987)(fig 4)
- On constate sur la figure une partie contractile (le muscle) et deux composantes élastiques :
- - une composante en "parallèle" représentée par les membranes et les enveloppes des muscles : elle n'intervient pas dans l'efficacité de l'action musculaire
- - une composante en "série"
- On sait aujourd'hui que seule l'élasticité série (E.S.) est efficace dans les mouvements sportifs. On distingue dans cette E.S. deux fractions:
- - une fraction passive qui se trouve dans les tendons
- - une fraction active qui se trouve dans la partie contractile et même plus précisément dans les ponts d'actine-myosine. La figure 5 montre un pont d'actine myosine avec la représentation d'un ressort dans la queue de myosine (d'après Huxley 1974)



- figure 4 : le schéma de Hill (modifié par Shorten et complété, 1987)



- figure 5 : représentation des ponts d'actine-myosine (d'après Huxley 1974)

- On utilise la pliométrie à des fins de renforcement musculaire.
- Ce travail va permettre:
- - de développer des forces 1,5 voir 2 fois la force maximum isométrique (sans étirement au départ).
- - de diminuer les inhibitions sur le réflexe myotatique. (Schmidbleicher, 1988)
- - d'élever le seuil des récepteurs de Golgi (Bosco 1985).
- - d'améliorer la sensibilité du fuseau neuromusculaire (sensible à la longueur d'un muscle et à la vitesse d'étirement) (Pousson 1988).
- - d'augmenter la raideur musculaire. (Pousson 1988)
- Cette méthode est très fonctionnelle

2.3 Le poids (résistance ajoutée)

2.4 Le nombre de répétitions

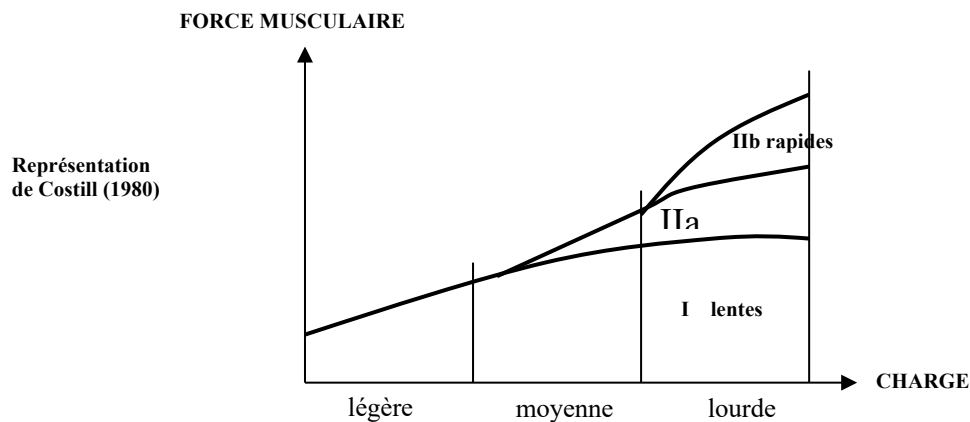
2.5 Le nombre de séries

2.6 Le temps de repos

} En fonction des protocoles

4. Méthodes

NB : D'après la loi d'HENNEMAN, les fibres lentes sont recrutées avant les fibres rapides.



4.1 Méthode en fonction du poids, du nombre de répétitions, de séries

Dans un premier temps, il faut déterminer la 1 R.M., c'est-à-dire la charge maximum que la personne est capable de soulever en une seule fois. Pour simplifier, il existe deux façons de procéder :

La méthode directe :

- 5-10 répétitions à 40-60% de la RM estimée
- 3-5 répétitions à 60-80% de la RM estimée
- 1 répétitions pour estimer la 1 RM (3 à 5 tentatives maximum, 3 à 5 min de repos entre chaque tentative)

La méthode indirecte (conseillée) :

- Echauffement du groupe musculaire
- Effectuer le plus grand nombre de répétitions avec une charge estimée inférieure à la 1 RM : il ne faut pas plus de 10 répétitions avant que la personne ne puisse plus soulever la charge pour avoir une estimation à peu près fiable de la 1 RM. Se reporter au tableau de Brzycki (1993) par exemple.
- Cette méthode s'appuie sur le fait qu'il existe une relation directe (linéaire) entre la force et l'endurance anaérobie (Carpinelli 1994). En d'autres termes, lorsque le pourcentage de force augmente, le nombre de répétitions diminue de façon quasi linéaire (Sale et McDougall, 1981).

FORMULE DE BRZYCKI

Charge Maximale Estimée (R.M) = Charge Optimale I (1.0278 - 0.0278 x Nombre de répétitions)

Nombre de répétitions

KG Charge maximale estimée														
1RM	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
CHARGES INDICATIVES (arrondies au kilogramme supérieur)														
100	97	94	92	89	86	83	81	78	75	72	69	76	64	61
97,5	95	92	89	87	84	81	79	76	73	70	68	65	62	60
95	92	90	87	84	82	79	77	74	71	69	66	63	61	58
92,5	90	87	85	82	80	77	74	72	69	67	64	62	59	56
90	87	85	82	80	77	75	72	70	67	65	62	60	57	55
87,5	85	83	80	78	75	73	70	68	66	63	61	58	56	53
85	83	80	78	76	73	71	68	66	64	61	59	57	54	52
82,5	80	78	76	73	71	69	66	64	62	60	57	55	53	50
80	78	76	73	71	69	67	64	62	60	58	56	53	51	49
77,5	75	73	71	69	67	65	62	60	58	56	54	52	49	47
75	73	71	69	67	65	62	60	58	56	54	52	50	48	46
72,5	70	68	66	64	62	60	58	56	54	52	50	48	46	44
70	68	66	64	62	60	58	56	54	52	51	49	47	45	43
67,5	66	64	62	60	58	56	54	52	51	49	47	45	43	41
65	63	61	60	58	56	54	52	51	49	47	45	43	42	40
62,5	61	59	57	56	54	52	50	49	47	45	43	42	40	38
60	58	57	55	53	52	50	48	47	45	43	42	40	38	37
57,5	56	54	53	51	50	48	46	45	43	42	40	38	37	35
55	53	52	50	49	47	46	44	43	41	40	38	37	35	34
52,5	51	50	48	47	45	44	42	41	39	38	36	35	34	32
50	49	47	46	44	43	42	40	39	37	36	35	33	32	31
47,5	46	45	44	42	41	40	38	37	36	34	33	32	30	29
45	44	42	41	40	39	37	36	35	34	32	31	30	29	27
42,5	41	40	39	38	37	35	34	33	32	31	30	28	27	26
40	39	38	37	36	34	33	32	31	30	29	28	27	26	24
37,5	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23
35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21
32,5	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	23	20	19	18
30	29	28	27	27	26	25	24	23	22	22	21	20	19	18
27,5	27	26	25	24	24	23	22	21	21	20	19	18	18	17
25	24	24	23	22	22	21	20	19	19	18	17	17	16	15
22,5	22	21	21	20	19	19	18	17	17	16	16	15	14	14
20	19	19	18	18	17	17	16	16	15	14	14	13	13	12

Cette formule permet de donner une estimation de la charge maximale développée (1RM).

EXEMPLE N°1 (rouge): Atelier développé / couché, réalisation d'une série de 12 répétitions à 50kg,

cela correspond à une charge maximale estimée de 72,5kg.

EXEMPLE N°2 (vert): Atelier triceps, réalisation d'une série de 8 répétitions à 40 kg,

cela correspond à une charge maximale estimée de 50kg.

ATTENTION : pour être fiable, la charge choisie ne doit pas permettre la réalisation de plus de 15 répétitions, la toute dernière répétition doit être difficile à réaliser voir impossible. La qualité d'exécution est primordiale la série doit être continue.

Il existe de nombreux protocoles de musculation. Pour simplifier, il faut retenir quatre manières de procéder.

4.1.1 Objectif force

- Il faut soulever des charges supérieures à 90% de la 1R.M.
- 3-5 séries de 1-3 répétitions ; 4'30 de repos entre les séries.
- Le gain de force se produit grâce à l'amélioration des facteurs nerveux :
 - Augmentation du nombre d'unités motrices recrutées
 - Synchronisation des unités motrices
 - Amélioration de la coordination intermusculaire
- Il n'y a pas d'acquisition de masse musculaire.

4.1.2 Objectif force et volume

- Il faut soulever des charges supérieures à 80% de la 1R.M.
- 3-5 séries de 4-7 répétitions ; 4' de repos entre les séries.
- Le gain de force se produit surtout grâce à l'amélioration des facteurs nerveux.
- Ce protocole permet de prendre un peu de masse musculaire.

4.1.3 Objectif volume

- Il faut soulever des charges comprises entre 65% et 80% de la 1R.M.
- 5-10 séries de 8-12 répétitions ; 1'30 à 2'30 de repos entre les séries.
- Ce protocole permet l'augmentation du volume musculaire grâce, dans un premier temps, au phénomène de catabolisme qui est généré par ce type d'entraînement. Secondairement, il s'installe un processus anabolique qui aboutit à une hypertrophie musculaire.

4.1.4 Objectif condition physique

- Il faut soulever des charges inférieures à 65% de la 1R.M.
- 5-10 séries de 10-20 répétitions ; 1'30 de repos entre les séries.
- Cela améliore l'endurance musculaire avec prépondérance des facteurs énergétiques et métaboliques.

4.1.4.1 Au niveau de l'appareil ventilatoire :

L'entraînement aérobique induit un travail plus important des muscles respiratoires donc :

- une hausse de leur puissance
- une diminution des résistances des voies aériennes
- une plus grande compliance de la cage thoracique.

4.1.4.2 Au niveau de l'appareil circulatoire :

L'entraînement en endurance permet l'élévation du débit cardiaque expliqué :

a. principalement par l'augmentation du VES (volume d'éjection systolique).

Explication du gain de VES par l'entraînement :

- augmentation des cavités cardiaques (augmentation du nombre de sarcomères et hypertrophie des fibres)
- augmentation de la contractibilité.
- diminution des résistances périphériques.

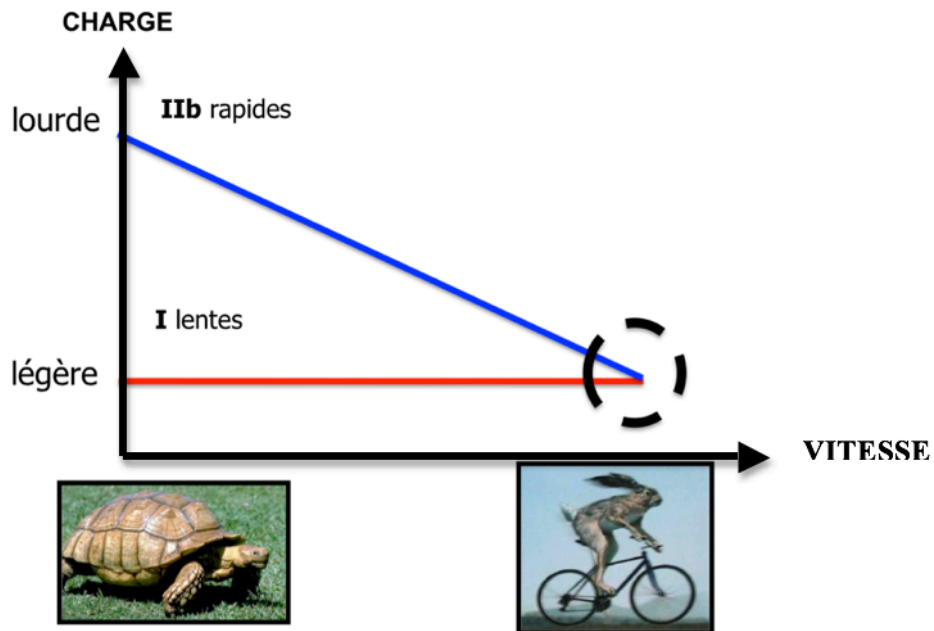
b. par la capillarisation : une meilleure vascularisation du myocarde et une augmentation du diamètre des artérioles induit une augmentation de la circulation coronarienne.

4.1.4.3 Au niveau de la structure du muscle :

- augmentation des myofibrilles.
- développement des enveloppes musculaires (tissu conjonctif).
- augmentation du stockage de glycogène et de gouttelettes lipidiques (carburant à l'effort).
- augmentation des stocks des substances tampons chargées de lutter contre les poussées d'acidité.
- accélération des réactions dans le cycle de Krebs : pas d'augmentation d'ATP et créatine-phosphate mais concentrations plus faibles suffisantes par meilleure utilisation de l'apport d'énergie.
- accroissement de la concentration en myoglobine et donc meilleure livraison de l'oxygène. (Si hypertrophie musculaire => diminution de la concentration).

- développement du réseau capillaire : angiogenèse (nb de capillaires par fibre) + artériogenèse (élargissement du réseau artériel).
 - synthèse de nouvelles mitochondries ou augmentation en taille des mitochondries existantes, d'où une augmentation des capacités aérobiques locales.
- NB : l'entraînement de la force diminue la densité des mitochondries ; il est donc rare d'être musclé et endurant à la fois.

NB : cf Duchâteau : En exécutant un mouvement rapidement, le seuil de recrutement des unités motrices est abaissé ; c'est à dire que les fibres rapides seront recrutées avec un niveau de force plus faible qu'avec un mouvement lent.



1/3 force max + vitesse la plus élevée possible = recrutement de toutes les unités

4.2 Méthode en fonction du ressenti

Kracht Revalidate Systeem de Toine Van de Goolberg.

En fonction de la charge, du nombre de séries et de répétitions, cette méthode permet de travailler la coordination, la condition physique, l'hypertrophie musculaire, la force ou l'explosivité.

Le principe est identique pour l'objectif recherché (condition physique, force, etc.). Il faut exécuter 4 séries :

- 1^{ère} série : 50% poids d'entraînement déterminé en fonction de l'objectif ; 15 répétitions.
- 2^{ème} série : 100% poids d'entraînement ; maximum de répétitions.
- 3^{ème} série : Adaptation de la charge ; maximum de répétitions
- 4^{ème} série : Adaptation de la charge ; maximum de répétitions

4.3 Méthode en fonction du temps

4.3.1. Méthode Tabata

- 20 secondes de travail / 10 secondes de repos ; répété 8 fois (durée : 4').
- Ce protocole a été développé en laboratoire par le professeur Izumi Tabata de l'Institut National du Fitness et des Sports au Japon et testé avec succès sur les athlètes de l'équipe olympique japonaise de patinage de vitesse (source : I. Tabata et coll., 1996).
- La méthode Tabata, c'est 20 secondes d'exercices intensifs suivi de 10 secondes de récupération, à répéter 8 fois pour un entraînement total de 4 minutes. Mise à part le timing, la seule règle, pour garantir le meilleur effet, c'est une intensité maximale. Le professeur Tabata rappelle : « Si vous vous sentez bien juste après une séance, c'est que vous ne l'avez pas bien faite ! ». C'est ce genre d'intensité que vous devez atteindre pendant l'entraînement.
- C'est une méthode de High-Intensity Interval Training (H.I.I.T.) ou entraînement par intervalles à haute intensité. C'est une technique d'entraînement qui alterne des phases à haute intensité et des

phases de récupération active. En d'autres termes, le H.I.I.T. augmente les performances physiques avec des entraînements de courtes durées ne dépassant pas quelques minutes.

- C'est une méthode idéale pour celles et ceux qui manquent de temps.
- Les avantages de la méthode sont nombreux :
 - o En plus du renforcement musculaire, les capacités cardio-respiratoires (aérobie et anaérobie) sont améliorées.
 - o De plus, les calories continuent d'être brûlées les heures qui suivent l'entraînement. C'est une excellente méthode pour perdre du poids.

4.3.2. Circuit training

- 30 secondes de travail ; 30 secondes de repos par exemple
- 6 à 9 ateliers
- 3 séries avec un repos de 3 minutes entre les séries.
- Le circuit training est une méthode simple et adaptée pour débiter la musculation. Les charges soulevées sont peu élevées, il y aura peu de risque de blessures. Il faut proposer un enchaînement d'une série d'exercices dans un ordre précis en fonction de l'objectif de la personne.

5. Quelles matériels ?

Pas besoin d'investir dans du matériels onéreux (et pas forcément efficace).

Exemple de matériels de renforcement musculaire :

- Bandes élastiques
- Haltères
- Swissball
- Sangles de suspension
- Kettlebell
- Résistance manuelle
- Gilet lesté
- Application smartphone style Tabata workout pour les protocoles en fonction du temps

Conclusion

La musculation est une technique très efficace pour les patients. En maîtrisant les protocoles de musculation, les rééducateurs peuvent s'adapter à toutes les situations, que ce soit dans une salle équipée ou non, en ayant plus ou moins de temps.

-