

**UNIVERSITE D'ANTANANARIVO
ÉCOLE NORMALE SUPÉRIEURE**

DÉPARTEMENT EDUCATION PHYSIQUE ET SPORTIVE

**ESSAI D'ÉTUDES ELECTROMYOGRAPHIQUE ET
DYNAMOMETRIQUE DES EFFETS DU MASSAGE
CHEZ LES ATHLETES MALGACHES**

MÉMOIRE DE CAPEN

Présenté par :

Mademoiselle ANDRIANIRINA VOLA FENITRA

2005

**UNIVERSITE D'ANTANANARIVO
ÉCOLE NORMALE SUPERIEURE
DÉPARTEMENT ÉDUCATION PHYSIQUE ET SPORTIVE**

**ESSAI D'ÉTUDES ELECTROMYOGRAPHIQUE ET
DYNAMOMETRIQUE DES EFFETS DU MASSAGE CHEZ
LES ATHLETES MALGACHES**

**MÉMOIRE POUR L'OBTENTION DU CERTIFICAT D'APTITUDE
PÉDAGOGIQUE DE L'ÉCOLE NORMALE SUPERIEURE
(C.A.P.E.N.)**

Décret n° 93/394 du Juillet 1993 portant création de l'Ecole Normale
Supérieure

Présenté et Soutenu publiquement le 27 décembre 2005

par

Mademoiselle ANDRIANIRINA Vola Fenitra
Née le 08 Mai 1981 à Ambatolampy

Travaux dirigés par :

M RAKOTOMANGA Jean-Clément Rahamefy
Enseignant-Chercheur

Assistant d'Enseignement Supérieure et de Recherche
Chef de Département Education Physique et Sportive

Ecole Normale Supérieure
Université d'Antananarivo

ANNEE 2005

MEMBRES DE JURY DE SOUTENANCE

Président : Monsieur RAMAROJAONA JACQUES
Maître de Conférence à la Faculté de Médecine
Chargé de Cours de Physiologie Sportive
Département Education Physique et Sportive
ECOLE NORMALE SUPERIEURE
UNIVERSITE D'ANTANANARIVO

Juge : Monsieur RAJAONARISON Jean Prosper
Enseignant-Chercheur
Assistant d'Enseignement Supérieure et de Recherche
ECOLE NORMALE SUPERIEURE
DEPARTEMENT EDUCATION PHYSIQUE ET SPORTIVE
UNIVERSITE D'ANTANANARIVO
Conférencier de l'Association Internationale des Fédérations
d'Athlétisme
Directeur Technique Nationale de la Fédération Malagasy d'Athlétisme

Directeur rapporteur :
Monsieur RAKOTOMANGA Jean- Clément Rahamefy
Enseignant-Chercheur
Assistant d'Enseignement Supérieure et de Recherche
Chef du département Education Physique et Sportive
ECOLE NORMALE SUPERIEURE
DEPARTEMENT EDUCATION PHYSIQUE ET SPORTIVE
UNIVERSITE D'ANTANANARIVO

REMERCIEMENTS

A NOTRE PRESIDENT DE JURY

Monsieur RAMAROJAONA JACQUES
Maître de Conférence à la Faculté de Médecine
Chargé de cours de physiologie sportive
Département Education Physique et Sportive
Ecole Normale Supérieure
UNIVERSITE D'ANTANANARIVO

Veillez accepter nos vifs remerciements
Vos connaissances nous étaient très utiles lors de nos études
Et surtout merci d'avoir accepté de présider ce Jury de Soutenance,
malgré vos nombreuses obligations

A NOTRE JUGE

Monsieur RAJAONARISON Jean Prosper

Enseignant-Chercheur

Assistant d'Enseignement Supérieure et de Recherche

Chef C.E.R. Département Education Physique et Sportive

Ecole Normale Supérieure

UNIVERSITE D'ANTANANARIVO

Conférencier de l'Association Internationale des Fédérations d'Athlétisme

Directeur Technique National de la Fédération Malagasy d'Athlétisme

C'est un grand plaisir que vous nous faites en vous joignant aux membres de Jury de Soutenance de ce mémoire. Votre grande expérience pédagogique et votre haute compétence scientifique sans oublier les critiques constructifs que vous aviez apportés à nos travaux de recherche nous étaient d'une grande utilité. Nous en sommes très reconnaissants à votre égard.

A NOTRE DIRECTEUR RAPPORTEUR

Monsieur RAKOTOMANGA Jean Clément Rahamefy
Enseignant-Chercheur
Assistant d'Enseignement Supérieure et de Recherche
Chef du département Education Physique et Sportive
Ecole Normale Supérieure
UNIVERSITE D'ANTANANARIVO

Vous avez bien accepté avec une grande amabilité de diriger notre travail de recherche malgré vos nombreuses obligations.

Nous vous adressons nos vifs et sincères remerciements, votre aide nous était précieuse.

A MES PARENTS,

Vous m'aviez mis dans le droit chemin

Ma réussite est surtout le fruit de votre amour et de votre soutien permanent

« Que la grâce de Dieu soit toujours parmi nous ! »

A MA GRANDE SOEURS A MES FRERES :

-FANINANKAVANA

-FANEVA

-FITIAVANA

ET A TOUTE LA FAMILLE,

A MADEMOISELLE FANOMEZANA SAHOBITIANA ZO HERILALAO,

C'est dans le besoin qu'on connaît les vrais amis

Aux Docteurs Majors Jean Yves et VIDIA et Michel

Et au Masseur Kinésithérapeute Monsieur RATSIMBAZAFY Laurent

A TOUS CEUX QUI DE PRES OU DE LOIN ONT CONTRIBUÉ A LA REALISATION
DE CE MEMOIRE

MERCI !

SOMMAIRE

RESUME

INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE I.....	3
1. Présentation de la recherche	3
2. Objet d'étude	4
3. Praticabilité	5
4. Intérêt du sujet	6
5. Limitation du sujet	6
6. Problématique.....	6
Chapitre II : CADRE THEORIQUE.....	8
1. Le Muscle.....	8
2. La signification de l'échauffement pour la performance sportive.....	14
3. L'efficacité de l'échauffement en fonction de différents facteurs endogènes et exogènes.....	19
4. Aspect biomécanique de la course	21
5. Fatigue et capacité de performance sportive	26
6. Repos et récupération après un exercice sportif et leur importance sur la capacité de performance sportive	29
7. LE MASSAGE.....	33
8. HYPOTHESE.....	56
Chapitre III : METHODOLOGIE.....	57
1-PROTOCOLE EXPERIMENTAL.....	57
2. LES MOYENS UTILISES POUR L'EXPERIMENTATION.....	60
3- L'électromyographie.....	61
5. Choix de l'épreuve de l'expérimentation.....	71
6- L'Expérimentation.....	72
CONCLUSION.....	76
BIBLIOGRAPHIE	

RESUMÉ

Grâce à l'entraînement sportif, l'organisme subit une adaptation et acquiert une certaine capacité de performance. Cependant, l'état pré-exercice, c'est-à-dire avant effort, tient aussi une place non négligeable sur la réalisation d'une bonne performance sportive. Avant de pouvoir réaliser un effort optimal, l'athlète doit être en possession de toutes ses facultés surtout en période de compétition.

L'objectif de ce travail de recherche est d'essayer de faire une étude électromyographique et dynamométrique des effets du massage sur les athlètes malgaches. L'étude se fait sur les muscles principaux de l'activité physique course à pied en occurrence l'ischio-jambiers et le quadriceps.

Les entraîneurs et les athlètes malgaches semblent encore négliger les effets bénéfiques du massage sportif. Ce travail intéresse non seulement les entraîneurs mais aussi les professeurs d'E.P.S. et les athlètes.

MOTS CLES : Electromyographie, dynamométrie, massage.

Mademoiselle ANDRIANIRINA Vola Fenitra

Bloc 48 porte 6 Ankatso II

Ou

Lot II T 81 Iavoloha Antananarivo 102



INTRODUCTION

L'état de la musculature a une importance capitale chez un athlète. La charge physique que peut assumer un sportif dépend en premier lieu de ses capacités musculaires. La musculature impose aussi des limites naturelles à la capacité d'entraînement. Selon les sports pratiqués, il y a pour le muscle un spectre étonnamment étendu des charges possibles. La musculature subit au cours de l'entraînement une adaptation structurelle et fonctionnelle. Ainsi il est primordial de bien doser et d'aménager les charges d'entraînement car les phénomènes de la fatigue musculaire sont l'un de facteurs limitant les capacités de performance. Et quand elle atteint le niveau de surentraînement. Elle risque même de détruire la carrière sportive de l'athlète. Un travail de recherche sur le massage a été déjà effectué au sein de notre département en 1993, effectué par RANDRIANARISOA P.C a démontré que le massage est un des moyens de récupération de l'athlète pendant l'entraînement. Dans notre cas nous pensons beaucoup plus aux effets du massage sur la préparation de l'athlète coureur c'est-à-dire le massage de préparation. Notre attention se rapporte sur l'effet excitant du massage car souvent l'entraînement est bien planifié mais on oublie que l'état psychologique et la condition physique tout juste avant l'épreuve de la compétition joue un rôle incontournable sur sa performance et ses résultats. C'est pourquoi nous suggérons l'intervention du massage : un massage rapide, stimulant de grande intensité élève le niveau tonique des muscles intéressés. Il accélère la circulation générale et élimine les toxines de la fatigue. Il provoque une sensation de bien être et il active la vigilance. Cependant la pratique du massage au sein des clubs sportifs à Madagascar reste encore un domaine inexploité. Pourtant, nous ne pouvons pas ignorer sa contribution à l'amélioration de la performance. En effet sa pratique date déjà du III^{eme} siècle av J.C et la préparation des sportifs requiert depuis l'antiquité les soins traditionnels du masseur. Ainsi, la place du massage au sein des centres sportifs modernes est non négligeable. Actuellement, des groupes de recherche se sont constitués pour expliciter les techniques, pour réunir les fondements scientifiques permettant l'interprétation théorique d'une transmission didactique et technologique. Ainsi les techniques et les méthodes se sont élaborées au fil du temps, les possibilités thérapeutiques des massages se déduisent rationnellement. Son domaine s'étend même dans l'esthétique et le domaine sportif. Dans notre recherche nous allons effectuer « un essai d'études électromyographique et dynamométrique des effets du massage chez les athlètes ». Notre travail peut être d'une

grande utilité non seulement pour les entraîneurs mais aussi et surtout pour les athlètes quelque soit leur niveau, du débutant au confirmé.

Nous allons donc présenter l'objet de notre recherche dans le Chapitre I. Nous faisons une étude plus approfondie du muscle et du massage dans le Chapitre II. La partie méthodologique sera traitée dans le Chapitre III. Evidemment nous terminerons notre mémoire par la conclusion générale.

CHAPITRE I

1. PRÉSENTATION DE LA RECHERCHE

Le sport prend de plus en plus de dimension dans notre pays même si ce n'est pas encore une préoccupation nationale. En effet, Madagascar est un pays pauvre et évidemment d'autres domaines plus importants passent en priorité pour son développement. Après l'organisation réussie de la troisième édition des Jeux des Iles de l'Océan Indien à Antananarivo et Toamasina en 1990 et les Jeux de la Francophonie à Antananarivo en 1997, nos gouvernants ont compris l'utilité du sport. Ainsi, le Ministère de la Jeunesse et des Sports est devenu un Ministère à part entière après avoir été rattaché à celui de la Population et des Conditions Sociales pendant des décennies. C'est déjà un grand pas mais c'est ne pas encore suffisant. Il est incontournable maintenant de procéder à des travaux de recherche plus approfondie dans chaque discipline sportive pour la recherche de l'obtention de la performance. Notre modeste contribution à cette lourde tâche se fera dans le domaine de l'athlétisme et en particulier les courses. Plusieurs travaux de recherche ont été déjà effectués dans ce domaine mais concernant le massage et ses effets nous n'en avons trouvé qu'un seul mémoire. Ce dernier traite le massage comme un élément de récupération de l'entraînement moderne. En effet, le massage dans le milieu sportif est utilisé dans trois cas bien dissemblables et qui ont des objectifs bien différents :

- Tout d'abord, le massage est utilisé comme un moyen de préparation à l'effort. Les médecins, les entraîneurs et les éducateurs sportifs sont d'accord actuellement avec les sportifs de haut niveau pour confirmer que le massage doit être actif lors de la préparation à l'effort. Le massage de préparation influence l'état compétitif et la performance. Il doit renforcer l'échauffement et en même temps agir sur les systèmes nerveux de sportif pour l'exciter. Le mieux c'est qu'on l'applique tout juste après l'échauffement et immédiatement tout juste avant la compétition. Il ne doit pas exister un grand intervalle de temps de pause entre le massage et la compétition.
- Ensuite, on l'applique comme un moyen de récupération après l'effort. Le massage trouve là un emploi remarquable, parce que, précisément il aide l'organisme à rembourser une partie de la dette contractée pendant l'effort.

- Enfin, il est utilisé comme un moyen de réparation des traumatismes. Le massage constitue alors un massage thérapeutique qui ne devrait pas être institué sans la collaboration d'un médecin kinésithérapeute.

Une étude approfondie du massage et de ses effets s'avère donc nécessaire et nous allons diriger notre recherche dans ce domaine.

2. OBJET D'ÉTUDE

L'athlétisme dérivé du grec « athlos », qui signifie combat, naguère appliqué à l'ensemble des sports. Il définit aujourd'hui trois ordres d'activités sportives humaines : les courses, les sauts et les lancers. Conservatoire des gestes naturels de l'homme, il est à la base de toutes les disciplines sportives. L'athlétisme est constitué de quatre composantes qui sont: la vitesse, la résistance, la détente et la force. Les origines de l'athlétisme se perdent dans la nuit des temps. Elles remontent bien loin dès la vie primitive : marcher, courir, sauter, lancer, autant d'activités naturelles sont nécessaires à la chasse et à la guerre. La lutte pour la vie oblige l'homme primitif à faire appel à toutes ses facultés physiques, alliées à son intelligence naissante. Diverses races de l'Asie, et en Afrique les Egyptiens, pratiquent un athlétisme primitif. Au deuxième millénaire avant notre ère, donc à l'âge de bronze, deux races européennes s'adonnent régulièrement à l'athlétisme de compétition. D'une part les Irlandais de l'époque pré celtique, et d'autre part les Grecs de l'Achaïe et leurs voisins Crétois de l'époque minoenne. L'athlétisme moderne est né en 1866, en Grande Bretagne. Il est fondé dans le but précis d'organiser des championnats nationaux. Mais il s'est ensuite popularisé aux Etats-Unis, au Canada, en Australie, en Afrique du Sud et en Nouvelle Zélande. Dès 1885, il conquiert le monde, d'abord l'Europe, notamment la France, l'Allemagne, puis successivement l'athlétisme prend une dimension universelle. L'athlétisme est essentiellement un sport individuel de compétition, mais dans les épreuves de relais et les épreuves combinées, il prend un caractère de sport d'équipe. Le temps et la distance constituent actuellement les bases du classement dans les épreuves d'athlétisme. Ainsi le record est l'un des moteurs essentiels de l'athlétisme. Il permet à l'être humain de mesurer son propre potentiel et de le comparer à celle des autres. Il situe compte tenu de l'évolution des techniques, la valeur des générations qui se succèdent. L'homme tente toujours de se surpasser en utilisant tous les moyens à sa disposition. L'amélioration technique et la tendance à la rationalisation sont dues à l'entrée de la science dans le monde du sport. Dans

notre recherche nous allons effectuer « un essai d'études électromyographique et dynamométrique des effets du massage chez les athlètes malgaches ».

L'athlétisme est un combat qui n'impose pas seulement l'athlète à son adversaire mais c'est surtout un combat contre soi-même. Donc, il faut toujours une volonté de se surpasser, il faut avoir la combativité et la persévérance.

L'athlétisme fait parti des disciplines sportives la plus pratiquées à Madagascar. C'est une discipline sportive qui rapporte le plus de médailles à Madagascar dans les compétitions internationales régionales comme par exemple les Jeux des Iles de l'Océan Indien. Cependant, des efforts restent à faire car si en 1985, Madagascar remporte la majorité des médailles en athlétisme, actuellement nous faisons jeu égal avec les autres îles. Pour pouvoir retrouver notre domination, il faudrait trouver d'autres facteurs d'amélioration de la performance. Il est vrai qu'au niveau technique, nous n'avons plus rien à démontrer. La différence pourrait se faire alors sur les adjuvants de l'entraînement ou en d'autres termes les différents moyens de récupération qui permettent à l'athlète de récupérer plus vite que les autres et de supporter une charge de travail plus grande. C'est pourquoi, nous avons pensé au massage. Il est vrai que le massage se popularise au niveau des athlètes des différents clubs de la capitale. Cependant, aucun travail de recherche n'a été fait sur ses différentes actions sur le muscle. Nous allons alors approfondir notre recherche par rapport aux travaux sur « Le massage comme élément de l'entraînement moderne » qui est réalisé par Monsieur RANDRIANARISOA Pierre Christian. Ainsi, nous proposons une étude électromyographique et dynamométrique pour être certain des effets bénéfiques de cet adjuvant de l'entraînement. Ce sera notre apport dans l'amélioration de la performance dans cette discipline sportive. En effet, les travaux de recherche que nous sommes en train de faire sont de façon indéniable utiles pour l'amélioration de la performance en athlétisme à Madagascar.

3. PRATICABILITÉ

Faire une recherche sur l'effet du massage chez les athlètes comporte une série des tâches à effectuer qu'on ne peut la concevoir rapidement. Cela nécessite non seulement une longue réflexion mais aussi de tel travail nécessite plusieurs ressources matérielles, financières et personnelles. Les constats à l'issu des séances d'observation nous étaient d'une grande aide pour orienter et diriger nos recherches dans l'étude des effets du massage chez les athlètes malgaches. Dans les trois épreuves d'athlétisme, sauts, courses et lancers, nous avons optés pour des raisons de praticabilité par les courses. En effet, parmi ces trois

épreuves, seul de la course sollicite les groupes de muscle concernés à une grande intensité par une durée plus longue. Par des raisons évidentes de praticabilité, nous avons collaboré avec non seulement les entraîneurs des clubs mais aussi et surtout les athlètes sans oublier le masseur kinésithérapeute et le docteur spécialiste en physiologie et rééducation fonctionnelle.

4. INTÉRÊT DU SUJET

La physiologie de chaque sport étudié séparément, reste à écrire. Le domaine de la physiologie de l'activité musculaire est un domaine presque encore vierge. En effet, il y a très peu de travaux de recherche qui ont été effectués sur ce sujet au niveau du département éducation physique et sportive de l'École Normale Supérieure. L'université d'Antananarivo sollicite et encourage les étudiants engagés dans cette voie. D'ailleurs le Ministère de l'Éducation Nationale et de la Recherche Scientifique ont donné leur approbation pour que le nombre de candidats qui seront réussis au concours d'entrée de la première année au sein du département d'EPS passe de 20 à 40 étudiants pour la rentrée universitaire 2006. Ce genre de sujet intéresse non seulement les sportifs de toute catégorie mais aussi les entraîneurs des clubs

5. LIMITATION DU SUJET

Le massage dans le milieu sportif est pratiqué comme une préparation à l'effort, comme une récupération après l'effort et un moyen de réparation des traumatismes sportifs. Par des raisons évidentes de disponibilités temporelles et d'absence de ressources matérielles, financières et humaines. Nous nous limiterons dans notre recherche sur l'étude du massage de préparation à l'effort. Cet objet de recherche correspond à nos ambitions et notre capacité intellectuelles.

6. PROBLÉMATIQUE

Le massage est considéré comme un adjuvant de l'entraînement, c'est-à-dire un des moyens externes de la lutte contre la fatigue. Cette technique consiste à réaliser des manipulations du muscle afin de favoriser le drainage des toxines de fatigue par le sang. Dans un cadre général, le massothérapie constitue une méthode médicale en soi dans le traitement de certaines maladies musculaires, articulaires et même circulatoires. Dans le milieu sportif, on l'utilise souvent à des fins bien déterminées de réhabilitations physiques ou à des fins évidentes de récupérations.

Le massage ont donc essentiellement une action sur la circulation et peuvent avoir deux effets opposés selon THILL E et THOMAS R, 1986 (6) C:

- L'effet calmant
- L'effet excitant

L'usage bénéfique du massage est indéniable chez les sportifs et tous les sportifs et entraîneurs le savent. Cependant, l'utilisation reste peu maîtrisée à Madagascar.

L'électromyographie est une méthode clinique que l'on utilise pour évaluer surtout la force et la tonicité musculaire. Pour cela, on utilise un appareil qu'on appelle l'électromyographe.

Par contre le dynamomètre est un instrument beaucoup plus simple qui sert à mesurer les forces. Nous voulons donc au cours de notre travail de recherche éclaircir certains points en procédant à l'étude électromyographique et dynamométrique des groupes de muscles principaux sollicités lors d'une épreuve de course. La question principale qui se pose dans notre travail de recherche est alors : « le massage de préparation à l'effort peut-il agir rapidement et avoir des effets bénéfiques sur la musculature de l'athlète ? A-t-il des effets positifs à la compétition ? C'est-à-dire des effets directs sur la performance ? Et quand exactement faudrait-il le faire ? Une étude électromyographique de chaque muscle au cours des différentes manipulations couplée par une mesure dynamométrique de la force du muscle concerné nous permettra de donner une réponse juste à toutes ses interrogations.

CHAPITRE II : CADRE THEORIQUE

Lors du massage sportif, on ne masse que le muscle. C'est pourquoi, nous allons commencer ce cadre théorique par l'étude du muscle.

1. LE MUSCLE

1.1-L'ANATOMIE DU MUSCLE

Le muscle est l'organe actif du mouvement. Par son raccourcissement ou par son relâchement, il va entraîner un déplacement de matière par ses zones d'attaches. Le droit antérieur, avec comme point d'attache et point fixe l'os iliaque, en se contractant, va entraîner l'autre point d'attache, le tibia, vers le premier, pour effectuer une extension de la jambe et une flexion de la cuisse sur le bassin. Ainsi, le muscle est l'élément actif du mouvement. L'os en est l'élément passif., il possède une forme stable qui ne se raccourcit ni ne s'allonge.

Il existe trois types de muscles : les muscles squelettiques ou striés, le muscle cardiaque et les muscles lisses. Au moment d'aborder la structure du tissu musculaire, il est essentiel de comprendre que nous avons affaire à un tissu qui est stimulé pour se contracter, à tel point qu'il peut mobiliser les leviers que constituent les os. Cette stimulation peut-être sous le contrôle de la volonté et ainsi cheminer depuis le cerveau et le long des nerfs jusqu'au muscle, comme l'individu le désire. Ce type de muscle s'appelle muscle strié ou muscle à contraction volontaire. Ce sont les muscles du mouvement.

Ou bien le muscle peut ne pas être stimulé selon le désir ou la volonté mais plutôt engendrer ses mouvements sans le contrôle direct du libre arbitre de l'individu. Ce type de muscle est appelé muscle lisse ou muscle à contraction involontaire, et il n'est pas concerné par les mouvements du squelette. Ce sont les muscles de viscères comme le muscle de l'estomac et de l'intestin.

On rencontre également un troisième type de tissu musculaire, représenté par le muscle cardiaque. Il est évidemment très important, il échappe au contrôle de la volonté et cependant, il possède certains caractères comparables à ceux des muscles striés.

Le seul caractère qui soit commun aux trois variétés de muscles est la **contractilité**. Un muscle peut changer sa longueur et sa largeur aisément et rapidement. Mais comme dans ce travail de recherche, nous avons principalement affaire aux muscles striés de l'appareil locomoteur. Nous n'allons pas, alors, nous étaler sur les deux autres types de muscles qui ne seront pas traités dans notre thème de mémoire.

Le muscle strié est constitué d'une série de fibres parallèles groupées en faisceaux et entourés par une enveloppe de tissu conjonctif résistant. Il existe de nombreux faisceaux musculaires dans un seul muscle. Ils sont de différentes dimensions mais sont approximativement parallèles les uns aux autres et ils convergent l'un vers l'autre lorsqu'ils se rapprochent du tendon. Le tissu conjonctif situé entre les faisceaux est riche en vaisseaux sanguins et en nerfs qui se distribuent aux fibres musculaires.

Chaque fibre musculaire se présente comme une structure conique, s'effilant progressivement vers son extrémité. Sous le microscope, lorsqu'elle est colorée, elle apparaît comme un cylindre creux et, si elle est suivie jusqu'à son extrémité conique, on constate qu'elle mesure 5 cm de long. Ces fibres présentent des stries transversales qui permettent leur contraction et leur allongement. Autour de chaque fibre se situe une gaine, le sarcolemme qui constitue un étui continu depuis la terminaison d'une fibre musculaire jusqu'à la suivante. Cette structure tubulaire est de nature à faciliter la contraction et le relâchement de la fibre qu'il renferme. Elle est orientée de la même manière que l'enveloppe de tissu conjonctif qui entoure les faisceaux et l'aponévrose qui entoure les muscles. A l'intérieur du sarcolemme se trouvent plusieurs noyaux et aussi le nerf terminal destiné à la fibre musculaire, mais il est intéressant de remarquer qu'une seule terminaison nerveuse peut se distribuer jusqu'à 150 fibres musculaires.(5)

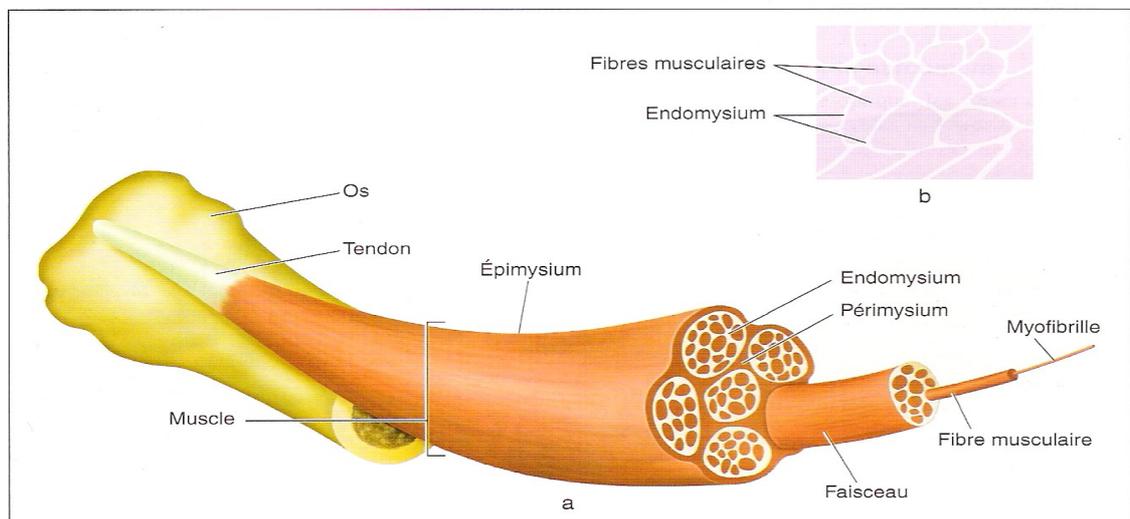


Figure n°1 : Représentation schématique (a) structure du muscle et (b) de la surface de section du muscle squelettique (4)

Après cette brève présentation, faisons maintenant une étude plus approfondie du muscle.

1.2. FONDEMENTS ÉLÉCTROPHYSIOLOGIQUES ET BIOCHIMIQUES

1.2.1. Biologie moléculaire de la contraction

Le mouvement musculaire se caractérise par la formation d'organites intracellulaires, les myofibrilles, les plus souvent réunies en faisceaux constituant la cellule musculaire, appelée *fibre musculaire* . Tout mouvement repose sur les modifications de structure moléculaire, le raccourcissement des fibres musculaires que l'on désigne sous le nom de *contraction* est opéré par une réaction chimique de protéines. Chaque fibre musculaire possède de nombreux noyaux cellulaires mais réagit toujours globalement comme une cellule unique. A l'intérieur de la fibre se trouvent *les myofibrilles* . Ce sont les véritables structures contractiles. Autour de ces myofibrilles se trouvent le *sarcoplasme* , le *réticulum* contenant les ions de calcium nécessaire à la contraction, les *mitochondries* qui assurent l'apport d'énergie. Tous enveloppés par la membrane de la fibre, le *sarcolemme* . Les myofibrilles sont constituées de protéines contractiles : *l'actine* et la *myosine* . Leur disposition permet la formation de ponts intermoléculaires, les ponts interfilaementeux. Un rapprochement de ces deux catégories de molécules entraîne un raccourcissement et par la même, la contraction. A l'état de repos, cette réaction de la tête des filaments de myosine sur les filaments d'actine est bloquée par le complexe protéique *troponine tropomyosine* . Seule l'inactivation de ce composé troponine-tropomyosine permet la connexion des têtes de filaments de myosine et d'actine. L'inactivation est opérée par les ions de calcium libérés du sarcoplasme sous l'effet d'excitation. A la retombée de cette excitation, les ions de calcium sont réabsorbés par le réticulum sarcoplasmique et l'action inhibitrice de la troponine redeclenchée : C'est le relâchement musculaire. (6)

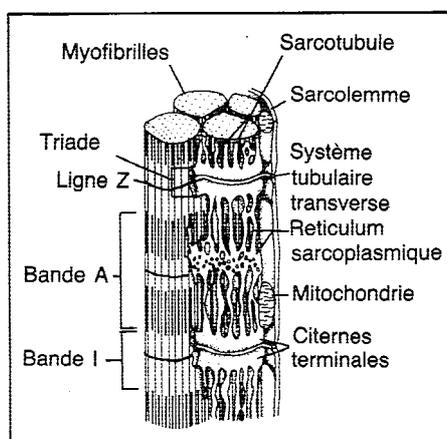


Figure n°2 : Schéma du réticulum sarcoplasmique (31)

1.2.2. Source d'énergie de la contraction musculaire

L'attention se porte d'abord sur un composé phosphoré labile, découvert en 1927, par les frères EGGLETON, et qu'ils dénomment « *phosphagène* » parce que son hydrolyse libère une molécule d'acide phosphorique et une grande quantité d'énergie. On sait aujourd'hui que c'est la *phospho-créatine* ou *phosphoryle- créatine* (PC). Deux ans plus tard, LEHMANN signale l'existence d'un autre composé phosphoré labile, un autre phosphagène, l'*Adénosine- Triphosphate* (ATP), dont l'hydrolyse par une adénosine-triphosphatase (AT Pase) libère aussi une molécule d'acide phosphorique et de l'énergie en abondance. Comme ces deux composés phosphorylés se rencontrent dans le muscle en quantité beaucoup plus importante que dans les autres tissus, et comme ils disparaissent tous les deux au cours de l'activité de muscle en proportion du travail accompli. On le considère comme la source première et immédiate de l'énergie contractile. (7)

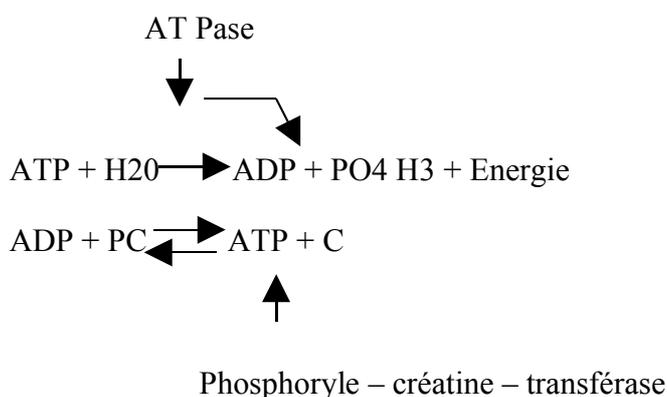


Figure n°3 : Reconstitution de réserve d'énergie (31)

1.2.3. Le mécanisme intime de la contraction

Sous l'effet d'un processus qui agit au niveau de la membrane, que l'on appelle *la pompe à sodium*, il se produit une certaine répartition des ions de sodium et de potassium entre l'intérieur et l'extérieur de la fibre. Les ions de sodium sont plus concentrés à l'extérieur de la fibre et les ions de potassium à l'intérieur de la fibre.

Sous l'effet de l'excitation. Il en résulte un processus chimique de diffusion du sodium vers l'intérieur et du potassium vers l'extérieur. Le déclenchement de ce processus de diffusion des ions à travers la membrane est nécessaire à la formation du potentiel d'action spécifique de l'excitation. Elle dépend donc du gradient de concentration chimique, du potentiel de membrane et de la perméabilité de la membrane aux ions correspondants. Sous l'effet du médiateur chimique produit par les nerfs au niveau de la

plaque motrice et sous l'influence du potentiel de membrane, la perméabilité aux ions de sodium se modifie : il en résulte un transport de sodium dans la cellule musculaire excitée qui entraîne une dépolarisation de la surface de la membrane. Cette dépolarisation entraîne à son tour une modification de la perméabilité aux ions de potassium, qui diffusent rapidement vers l'extérieur. De la naît le potentiel d'action qui se diffuse sur toute la membrane, et agit jusque sur le réticulum sarcoplasmique par l'intermédiaire du système tubulaire transversal appelé système T. Il en résulte un dégagement d'ions de calcium qui déclenche la contraction. Ainsi nous avons vu l'anatomie du muscle et ses fondements biochimiques nous allons entamer l'importance de l'échauffement lors d'un activité musculaire. (10)

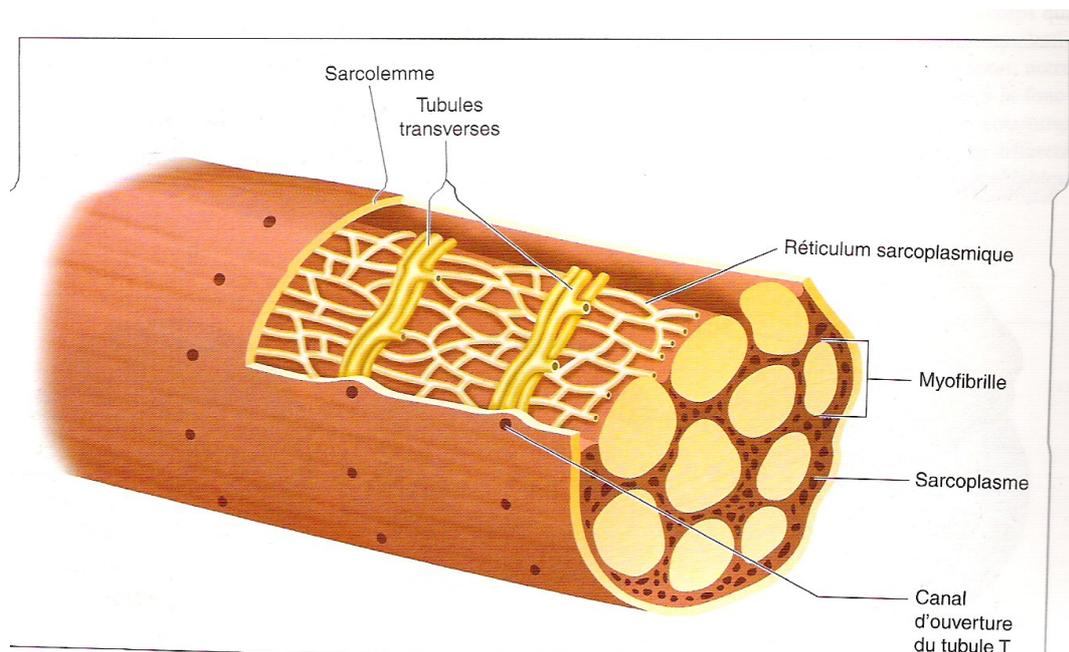


Figure n°4 : les tubules transverse et le réticulum sarcoplasmique (4)

1.2.4. Les différents facteurs limitant la contraction musculaire

Quelle que soit l'excitant, la force de la contraction d'un muscle est indépendante de la grandeur de cet excitant. Elle n'implique pas, comme on le croit trop souvent que la fibre musculaire déploie d'emblée le maximum de sa puissance. De nombreux facteurs déterminent la contraction musculaire :

- **La rhéobase** : intensité de stimulation, à partir de laquelle se déclenche une contraction
- **Chronaxie** : durée de stimulation sur laquelle le seuil de stimulation est de double de la rhéobase.
- **Les particularités biomécaniques du muscle**
- **Les données électrophysiologiques** : l'irrigation sanguine, l'état de réserves énergétiques, la fatigue
- **Le nombre de l'unité motrice** : c'est un ensemble fonctionnel qui constituent l'axone et les fibres musculaires innervées par les ramifications de cet axone.
- **La température** : la chaleur exerce une influence positive sur l'excitabilité musculaire, par contre le froid exerce une influence négative.
- dans notre étude nous allons faire une étude électromyographique et tenir compte de ces facteurs :
- **Muscles** : ischio-jambiers et quadriceps

Particularités biomécaniques des muscles concernés:

Les ischio-jambiers sont des muscles fléchisseurs. Par contre, les quadriceps sont des muscles extenseurs.

-Nombre de l'unité motrice : chez l'homme le nombre des fibres d'une motrice est de 100 à 1500. Pour les muscles des membres il y a 100 à 700 unités motrices. Les rapports d'une ramification axonique et de la fibre musculaire correspondante ne sont pas immédiats: La jonction ***myoneurale***, ou ***synapse neuromusculaire***, se fait dans un organite intermédiaire hautement spécialisé, la plaque motrice, dont la fonction est de transmettre avec une rapidité extrême 0,5 à 0,7 ms l'excitation nerveuse. L'enchaînement des phénomènes est le suivant : l'arrivée de l'influx : potentiel d'action du nerf à l'extrémité de la ramification axonique libère le médiateur chimique : l'acétylcholine qui dépolarise la plaque motrice et fait apparaître le potentiel de plaque C'est celui ci qui met le muscle en activité par la membrane ou le sarcolemme qui reçoit l'excitation, la propage à la totalité de la surface de la fibre et la diffuse dans la profondeur. (29)

2. LA SIGNIFICATION DE L'ÉCHAUFFEMENT POUR LA PERFORMANCE SPORTIVE

2.1. DÉFINITION ET BUTS DE L'ÉCHAUFFEMENT

On entend sous le terme d'*échauffement* toutes les mesures qui servent à instaurer avant un effort sportif qu'il soit de compétition ou d'entraînement, un état de préparation psychophysique sensoriel et kinesthésique optimal ainsi qu'une prévention de blessures. Un entraînement rationnel orienté vers la discipline doit mettre en place de meilleures conditions de départ pour les capacités de performances neuromusculaire, organique et psycho intellectuelle ainsi qu'une meilleure disposition globale du sportif à la performance ce qui a parallèlement pour effet de prévenir le maximum de blessures. L'optimisation générale et spécifique en fonction de chaque type de sport et des données individuelles, les différentes formes d'échauffement ou leur combinaison. Une modification des habitudes d'échauffement doit s'effectuer progressivement et non de façon brutale. La forme, l'intensité et le volume de l'échauffement qui est le plus favorable à un individu donné ne peuvent être déterminés que par son expérience personnelle. L'efficacité et le sens d'échauffement dépendent de façon variée en grande partie de l'âge, de niveau d'entraînement pour éviter un échauffement inadapté (35)

La pratique de tous les types de sport montre que l'échauffement fait partie intégrante de la préparation à la performance sportive de haut niveau car il contribue à une redistribution fonctionnelle des valeurs physiologiques normales dans le sens d'une optimisation de la performance concernée.

Quels sont alors les différents types d'échauffement qui existent ?

2.2. TYPES D'ÉCHAUFFEMENT

On distingue un *échauffement général* et un *échauffement spécifique*. Lors de *l'échauffement général*, les possibilités fonctionnelles de l'organisme entier doivent être portées à un niveau supérieur (30). Ceci se produit grâce à des exercices qui servent à l'échauffement des grands groupes musculaires, par exemple la course.

Lors de *l'échauffement spécifique* au contraire, l'échauffement s'effectue de manière adaptée à chaque discipline, c'est-à-dire qu'on choisira des exercices qui permettent l'échauffement des muscles qui sont en relation direct avec la discipline pratiquée.

Bien entendu l'échauffement général doit précéder l'échauffement spécifique.

L'échauffement en fait doit être conduit de manière active, passive, mentale ou sous des formes mixtes :

Dans *l'échauffement actif*, le sportif réalise en pratique des exercices et des mouvements. Dans *l'échauffement mental* il se contente de se les représenter, c'est-à-dire, le déroulement du mouvement à exécuter, utilisé seul l'échauffement mental ne possède que peu de valeur car il ne peut installer que partiellement, et le plus souvent avec une intensité trop faible, les processus d'adaptation caractéristique de l'échauffement. Au contraire en combinaison avec des méthodes d'échauffement actif, il présente une grande efficacité dans des disciplines techniques, par exemple, l'athlétisme et la gymnastique.

L'échauffement passif, sous la forme de douches chaudes, d'application de pommades, le massage peut aussi compléter l'échauffement actif. Au centre de la préparation à l'effort physique, on trouve donc l'échauffement général, comprenant des exercices actifs : course d'échauffement, exercices d'étirement et de relâchement. Il est suivi par l'échauffement spécifique qui est orienté sur la discipline concernée et enfin, on pratique des exercices préparatoires pour compléter et renforcer les efforts nécessaires par les différents procédés, en fonction de chaque sport.(23)

2.3. BASES PHYSIOLOGIQUES DE L'ÉCHAUFFEMENT

Chaque système de régulation biologique possède une inertie donnée caractéristique. Il y a une inégalité temporelle de la mise en route des différentes fonctionnelles organiques. Dans ce contexte, l'échauffement a pour objet de mettre en jeu de manière optimale les uns par rapport aux autres chacun des systèmes fonctionnels qui participent à la détermination de la capacité de performance sportif de façon que l'organisme puisse commencer à travailler avec le maximum de sa capacité fonctionnelle.(35)

2.3.1. LES EFFETS DE L'ÉCHAUFFEMENT GÉNÉRAL ACTIF

Au centre de l'échauffement général actif, par exemple, sous la forme d'une course d'échauffement, on trouve l'élévation de la température centrale et de la température musculaire ainsi que la mise en route de la préparation du système cardio-respiratoire à la performance sportive. Lors de la course d'échauffement, le travail de grands groupes musculaires aboutit à une forte augmentation de la production de chaleur. D'après (30) une course lente de 15 à 20 minutes entraîne l'élévation générale de la température, dont l'optimum se situe vers 38,5° -39°C. Cette élévation générale de la température est déterminante pour de nombreux paramètres organiques. Lorsque l'organisme atteint cette

température toutes les réactions physiologiques qui contribuent à la capacité de performance motrice se déroulent avec le niveau d'efficacité le plus favorable.

L'augmentation de la température possède un effet préventif sur les blessures. Le travail d'échauffement actif général entraîne une diminution des résistances élastiques et visqueuses concernant les frottements internes. Ainsi la musculature, les tendons et les ligaments deviennent plus élastiques et plus étirables. Ceci permet de diminuer le risque de déchirure de ces tissus et donc le risque de blessures lors du mouvement sportif qui soumettent l'appareil locomoteur actif et passif à des charges maximales.

Dans le domaine psycho intellectuel, l'échauffement général actif conduit également à une augmentation de la capacité de performance et de la disposition à la performance. Il aboutit à une activation des structures centrales et ainsi à une élévation de l'état d'éveil qui s'exprime par une attention accrue et une perception visuelle améliorée. Cette amélioration de la vigilance agit favorablement sur les processus d'apprentissages techniques et sur les capacités de coordination et améliore la précision des actions motrices (20).

Enfin les états d'hyperexcitation ou d'inhibition peuvent être influencés de façon positive par un échauffement adéquat et intense.

2.3.2. Les effets de l'échauffement actif spécifique

L'échauffement actif spécifique représente la prolongation spécifique de l'échauffement actif général. Son élargissement spécifique est différencié selon les coordinations et la mise en train dans les aspects spécifiques de chaque discipline. Pour assurer une mise en œuvre optimale des réflexes au cours d'un mouvement technique d'une discipline sportive. Il faut veiller, lors de l'échauffement spécifique, à ce que les exercices d'échauffement ressemblent ou correspondent aux exercices de la compétition à leur structure dynamique et cinématique.(19). De plus la vitesse des réactions métaboliques augmente avec la température. Pour chaque degré d'élévation, on peut démontrer un accroissement de processus métaboliques de 13% (26), l'accroissement du débit sanguin des tissus qui est réalisé grâce à l'échauffement spécifique par l'ouverture du vaisseau capillaire des muscles qui vont travailler. Ceci assure un meilleur apport en oxygène et en substrats. Ainsi la musculature est en mesure d'atteindre sa capacité maximale métabolique. Elle doit néanmoins être préparée progressivement par des charges qui se rapproche de la charge de compétition grâce à une succession de : « activation – pré charge – charge » ce qui représente la théorie de base pour la mise au point d'un programme d'échauffement spécifique correct.

Un échauffement musculaire optimal est nécessaire pour effectuer un effort dont la fréquence des mouvements est élevée. Compte tenu, d'une part que l'échauffement musculaire domine la viscosité c'est à dire les frottements internes, renforce l'élasticité et la capacité des étirements du muscle et que d'autre part il augmente la réactivité du système nerveux et améliore le métabolisme, les réactions biochimiques sont plus rapides à une température optimale (30). Il est évident qu'un échauffement suffisant est nécessaire pour atteindre une vitesse maximale.

Pendant la période d'entraînement et avant la compétition, la musculature active des sportifs doit être préparée de telle façon qu'une capacité d'action et une vascularisation optimale soient garantie dans le muscle, au repos comme à l'effort, et ceci grâce à un bon glissement de toutes les couches tissulaires les unes vers les autres. Ainsi en association avec un programme d'échauffement spécifique de la discipline, nous proposons le massage pour atteindre l'état optimale un massage de 5 minutes peut atteindre les mêmes effets de récupération qu'une pause passive de 20mn. (27)

2.3.3. Relation entre capacité de performance et de la température

Un échauffement musculaire optimal est nécessaire pour effectuer un effort dont la fréquence des mouvements est élevée. Compte tenu, d'une part, que l'échauffement musculaire diminue la viscosité (frottements internes), renforce l'élasticité et la capacité d'étirement du muscle, et que d'autres part, il augmente la réactivité du système nerveux et améliore le métabolisme (les réactions biochimiques sont plus rapides à une température optimale), il est évident qu'un échauffement suffisant est nécessaire pour atteindre une vitesse maximale. Selon (19) la vitesse de contraction du muscle augmente de 20% lorsque la température s'élève de 2°C

La figure si dessous démontre bien que le temps de sprint s'amélioré en fonction de l'échauffement. Elle met en évidence également l'amélioration du temps de sprint jusqu'à une température optimale dans les muscles à l'effort. On peut augmenter et observer dans cette figure que, malgré l'augmentation supplémentaire de la température, il ne se produit plus d'amélioration du temps de course.

Le tableau présente les possibilités d'amélioration du temps de course par un échauffement musculaire adéquat, pour des distances de sprint et de demi-fond. On peut y observer que les valeurs présentées en pourcentage de l'augmentation de la performance, avec échauffement préalable sont sensiblement les mêmes pour le sprint que pour les distances plus longues.(18)

Distances	100 m	400 m	800 m
Amélioration liée à l'échauffement (en sec)	0.3-0.4	1.5-3.5	3-6
Amélioration liées à l'échauffement (en %)	3-4	3-6	2.5-5

Tableau n°01 : Amélioration du temps de cours par rapport à l'échauffement

ENTRAINEMENT DE LA VITESSE

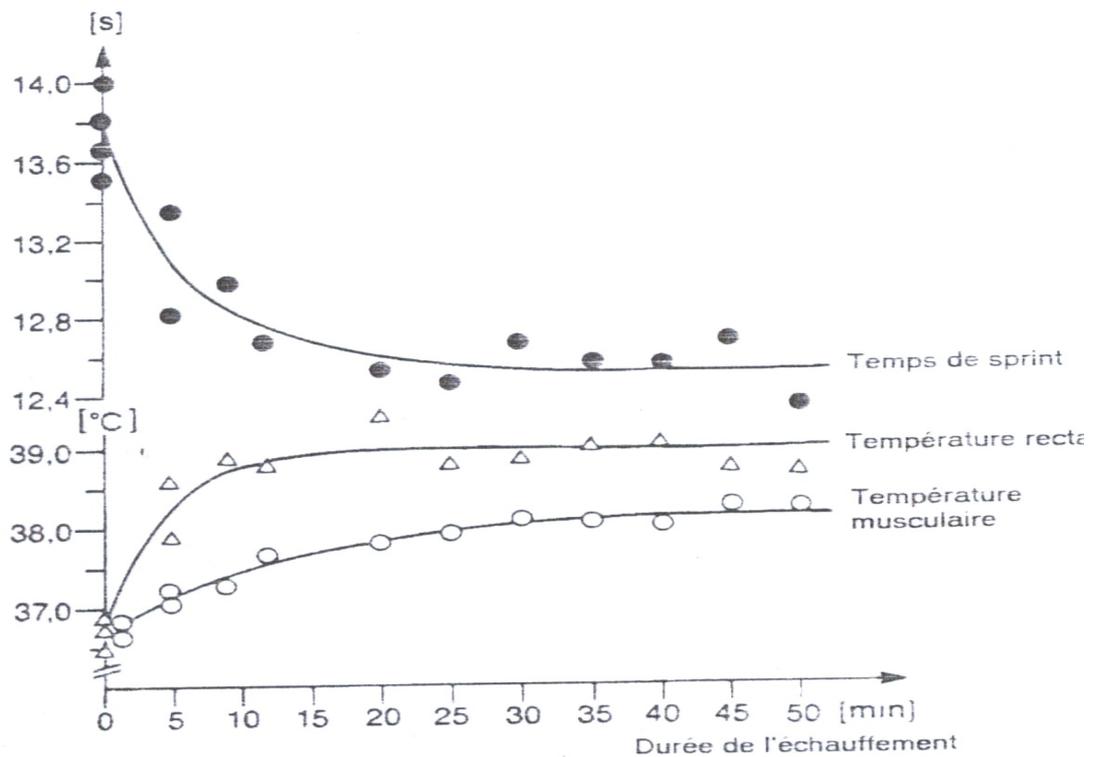


Figure 5 : Rôle de l'échauffement dans la performance en sprint d'après Asmussen-Boje, dans Holiman-Hettinger (19)

3. L'EFFICACITÉ DE L'ÉCHAUFFEMENT EN FONCTION DE DIFFÉRENTS FACTEURS ENDOGÈNES ET EXOGÈNES

3.1. FACTEURS ENDOGÈNES

Parmi les facteurs endogènes, nous pouvons distinguer :

- Echauffement et âge : l'échauffement s'effectue certes à tous les âges selon les mêmes principes, d'abord l'échauffement général puis l'échauffement spécifique. Mais la durée et l'intensité de l'échauffement varient avec l'âge : plus le sportif est âgé et plus l'échauffement doit s'effectuer de manière prudente et progressive, donc plus longtemps. En effet, le risque de blessure augmente progressivement avec le vieillissement musculaire qui diminue l'élasticité, en raison de modification physiologique dégénérative liée à l'âge. La durée de l'échauffement peut s'étendre de 10 à 60 minutes chez les personnes jeunes ou âgées (22).
- Echauffement et état d'entraînement : l'échauffement doit être dirigé, quant à son volume et son intensité selon l'état d'entraînement du sportif. Ainsi un échauffement trop intense chez un sportif mal entraîné peut entraîner une fatigue telle que sa capacité de performance soit réduite au lieu d'être augmentée. Un programme d'échauffement nouveau inhabituel peut également produire les mêmes effets. De plus, l'échauffement doit être adapté aux données individuelles. (29)
- Echauffement et attitude psychique : comme différents travaux l'ont démontré (31). Il existe des interactions entre l'activité de l'échauffement. Ainsi d'une part, un haut degré de motivation et une forte disposition à la performance peuvent renforcer l'effet de l'échauffement. D'autre part, une attitude négative peut diminuer voir totalement annuler le bénéfice de l'échauffement. Néanmoins en général, dans des conditions de départs l'échauffement sert à construire un état de disponibilité psychique qui provoque une excitation optimale du système nerveux et ainsi améliore l'attitude et la concentration envers la performance sportive.

3.2. FACTEURS EXOGÈNES

Et voici les différents facteurs exogènes :

- Echauffement et horaire de la journée : pendant le sommeil, les différentes fonctions corporelles subissent une diminution marquée voir une déconnexions complète. Après le réveil il faut un certain temps pour qu'elles atteignent à nouveau leurs capacités de performance maximale. Des test moteurs montrent que la capacité de performance physique augmente durant la journée (15). L'échauffement le matin doit donc être conduit de façon plus progressive et plus longue que plus tard dans la journée. Des facteurs additionnels, qui peuvent raccourcir la durée de l'échauffement s'il se produit plus tard dans la journée, où il l'augmentation de la vascularisation de la musculature et l'élévation de la température centrale jusqu'à son maximum qui est atteint vers 15 heures.
- Echauffement et type de sport : l'échauffement doit être orienté sur les besoins de chaque type de sport et leurs parties spécifiques. Les disciplines sportives très exigeantes sur le plan de la mobilité et de l'étirabilité musculaire devront comporter une part plus importante d'exercices d'étirement et les disciplines sportives à caractères endurant devront comporter davantage d'exercices visant à accroître la capacité de performance cardio-respiratoire. Ainsi il faut toujours utiliser des programmes standardisés, adapté aux données individuelles et dont l'effet est connu sur chacun. Avant une compétition, il ne faut jamais modifier la méthode d'échauffement dans son intensité ou dans son volume car ceci peut entraîner un surdosage ou un sous dosage avec la diminution de la performance correspondant. L'échauffement correct doit être basé sur les expériences de la pratique de l'entraînement et de compétition et devrait être optimisé et fixé dans un processus de développement à long terme d'après les exigences individuelles. (13)
- Echauffement et température extérieure : tout comme l'horaire dans la journée a une influence sur la durée et l'intensité de l'échauffement. La température extérieure et les conditions climatiques agissent en

favorisant ou en inhibant le déroulement des processus d'échauffement. Une température extérieure élevée contribue à raccourcir la durée de l'échauffement ; un temps froid et pluvieux aux contraires l'allonge. (13)

Ainsi nous avons vu l'importance de l'échauffement lors de l'activité musculaire ; on va passer alors à l'aspect biomécanique de la course

4. ASPECT BIOMÉCANIQUE DE LA COURSE

4.1. EN GÉNÉRAL

La principale caractéristique de l'action de la course qu'il y a un moment où le corps est propulsé dans l'air et perd donc contact avec le sol. La jambe portante ou propulsant a quitté le sol avant que le talon de l'autre jambe ait pris contact avec lui. De ce fait, il existe *une phase sans appui*. Ce qui différencie la course avec la marche où il y doit avoir contact du talon et orteil avec le sol simultanément. D'autres caractéristiques sont observées pendant la course :

- La grande force appliquée par les extenseurs de la hanche et du genou
- Plus longue sera la phase de non-appui, plus grand sera le pas pour un individu
- Pendant la phase d'appui, le genou portant sera plus fléchi que pendant la marche
- Le premier contact avec le sol se fait par la partie antérieure du pied et non pas par le talon comme dans la marche. Il en récolte une augmentation de longueur du pas, de même que de l'élasticité du mouvement.

-L'inclinaison antérieure du tronc est plus importante que dans la marche. Elle doit s'accroître avec la vitesse des jambes, puisque les jambes doivent se déplacer juste assez vite pour éviter le déséquilibre.

-Le balancement des bras est beaucoup plus puissant dans la course que dans la marche, les coudes étant invariablement fléchis. La flexion du coude non seulement raccourcit le levier et le rend plus mobile, mais permet également de synchroniser les gestes les plus vigoureux avec ceux des membres inférieurs. (13)

Voyons alors de près, les particularités de la course de vitesse

4.2. DIFFERENCES ENTRE COURSES DE VITESSE ET DE DEMI-FOND

Ici, la force appliquée au niveau des membres inférieurs doit être plus importante que dans une course de fond, et la vitesse de contraction musculaire, l'élasticité des ligaments, la coordination des muscles des ceintures scapulaires, tronc et membres inférieurs constituent tous des facteurs essentiels dans la distribution d'une puissance musculaire appropriée. De plus la coordination entre nerfs, muscles et la vitesse de réaction aux incitations nerveuses motrices représentent les éléments dont dépend le départ rapide à partir des starting-blocks. La viscosité des liquides composant le muscle est l'élément physiologique qui influence beaucoup la vitesse de contraction des fibres musculaires. Un sprinter élève plus ses genoux qu'un coureur de fond, il fléchit au maximum, hanches, genoux et les pieds touchent plus tôt le sol afin de maintenir l'équilibre. Rarement les talons touchent le sol et la phase d'appui est réduite en temps. Le tronc et la tête sont moins inclinés vers l'avant, de sorte que la jambe située en arrière et donnant l'impulsion n'est pas en général alignée avec le tronc. Le mouvement des bras dans le sprint est plus important que chez le coureur de fond. Dans notre mémoire, nous allons étudier les muscles postérieurs et antérieurs de la cuisse, ce sont les muscles moteurs lors de la course. (13)

4.3 ETUDE ANATOMIQUE DU QUADRICEPS ET DE L'ISCHIO-JAMBIER

4.3.1. Le quadriceps

C'est un muscle composé de quatre chefs musculaires qui présentent chacun une insertion supérieure indépendante, mais se réunissent pour s'insérer par un tendon commun. Le droit antérieur est la seule partie du quadriceps à ne pas s'insérer sur le fémur mais sur la partie antérieure de l'os crural et il peut fléchir aussi la hanche si le genou est étendu. Cette masse large et charnue à quatre corps musculaire, forme le compartiment musculaire de la région antérieure de la cuisse. Ils sont les extenseurs principaux du genou.

- ***Le droit de la cuisse (droit antérieur)*** est un muscle rectiligne, superficiel par rapport aux autres muscles constitutifs du quadriceps. Il s'insère en haut par deux chefs à la partie antérieure de l'os crural verticalement sur la ligne médiane de la cuisse pour recouvrir la rotule et s'y insérer

- **Le vaste latéral (vaste externe)** constitue la masse musculaire latérale, il naît de la plus grande partie de la ligne âpre du fémur. Ses fibres s'insèrent sur la rotule et s'unissent au droit de la cuisse, crural, vaste médial pour former le tendon du quadriceps.
- **Le vaste médial** représente la partie interne du quadriceps. Il s'insère aux partis postérieurs de la diaphyse fémorale sur la ligne âpre. Ses fibres se dirigent en bas et en dehors et deviennent tendineuse un peu avant d'atteindre la rotule. L'axe de traction des trois autres muscles du quadriceps est compensé par celui du vaste médial. C'est ce muscle qui empêche la rotule d'être entraînée latéralement, donc de se luxer. En outre le vaste médial assure la contention postérieure du genou dans l'extension complète et accompli, ce travail essentiel dans les derniers 20° de l'extension. Avec le vaste latéral, le vaste médial représente un muscle postural important dont dépend essentiellement la stabilité de l'articulation du genou. C'est la première partie du quadriceps qui s'atrophie dans les atteintes de l'articulation du genou et sa force de contraction constitue un index valable de la vitesse et du degré de récupération de la fonction articulaire.
- **Le vaste intermédiaire (le crural)** n'est pas visible et palpable superficiellement car il est profondément situé sous le droit de la cuisse entre le vaste latéral et le vaste médial qui le recouvrent en partie. Il s'insère sur les deux tiers supérieurs de la face antérieure du fémur et son tendon terminal se confond avec le tendon commun d'insertion du quadriceps.

Le tendon terminal du quadriceps est constitué par la convergence des quatre chefs du quadriceps réunis en tendon unique. Leurs fibres convergentes enveloppe la rotule et renforcent la capsule articulaire du genou. Et celle du vaste médial en particulier se fixant sur les condyles du tibia. Le tendon commun du quadriceps se continue vers le bas et s'insère sur la tubérosité tibiale. Ce tendon terminal constitue le tendon rotulien.

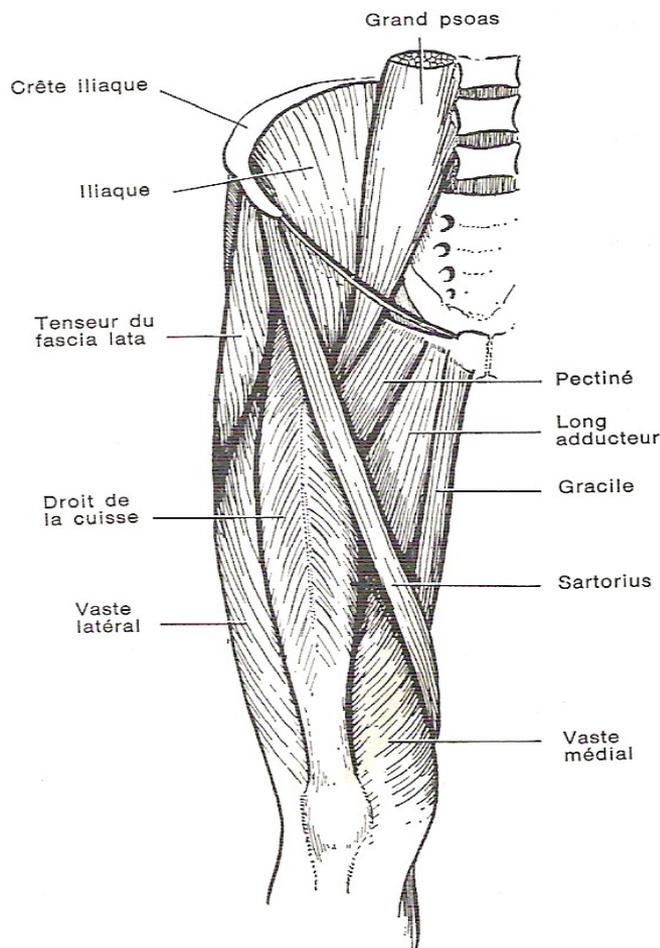


Figure n°6 : Le quadriceps et les autres muscles superficiel à la face antérieure de la cuisse. (12)

4.3.2. Les ischio- jambiers

Les fléchisseurs principaux de l'articulation du genou forment le groupe musculaire postérieur de la cuisse. Ce groupe comporte trois muscles : **le biceps fémoral, le semi-tendineux** et **le semi-membraneux**. De par leurs insertions supérieures sur le bassin, et inférieures sur le tibia et le péroné, ils surcroisent deux articulations et peuvent ainsi participer à l'extension de la hanche tout en étant également des fléchisseurs de l'articulation du genou. Cependant c'est en tant que fléchisseurs du genou que les ischio-jambiers présentent leur action la plus puissante.

- **Le biceps fémoral**, comme son nom l'indique, et d'une manière comparable à son homonyme du bras, est composé de deux chefs. Un chef musculaire s'insère par un tendon commun avec le semi-tendineux sur la tubérosité ischiatique et l'autre chef naît de la ligne âpre. Ces deux chefs se réunissent pour former un tendon unique sur le côté latéral de la face postérieure de la

cuisse. On peut suivre le trajet de ce tendon avec le doigt jusqu'à son insertion inférieure sur la tête du péroné.

- **Le semi-tendineux** présente une insertion supérieure commune avec le biceps fémoral sur la tubérosité ischiatique, et à mi-hauteur de la face postérieure de la cuisse il devient tendineux d'où comme son nom l'indique. Ce tendon peut être palpé en bas et en dedans jusqu'à son insertion inférieure sur le condyle médial du tibia.
- **Le semi-membraneux** naît aussi de la tubérosité ischiatique mais juste au-dessus et en dehors du lieu d'origine du biceps et du semi-tendineux. Il va rapidement devenir plat et se continuer par une lame membraneuse et aponévrotique comme son nom l'indique. Et qui descend à la face postérieure de la cuisse, où elle est située profondément sous le tendon du semi-tendineux. Et le semi-membraneux qui s'insère en arrière du condyle médial du tibia et du tendon du semi-tendineux à la partie médiale et postérieure du genou. On doit remarquer que les deux chefs musculaires du biceps fémoral se dirigent vers la face latérale de l'articulation du genou alors que le semi-tendineux et le semi-membraneux en gagnent la face médiale. Ainsi si l'on compte comme deux muscles les chefs du biceps, il y aura deux muscles de chaque côté et la force de flexion sera donc équilibrée.(5)

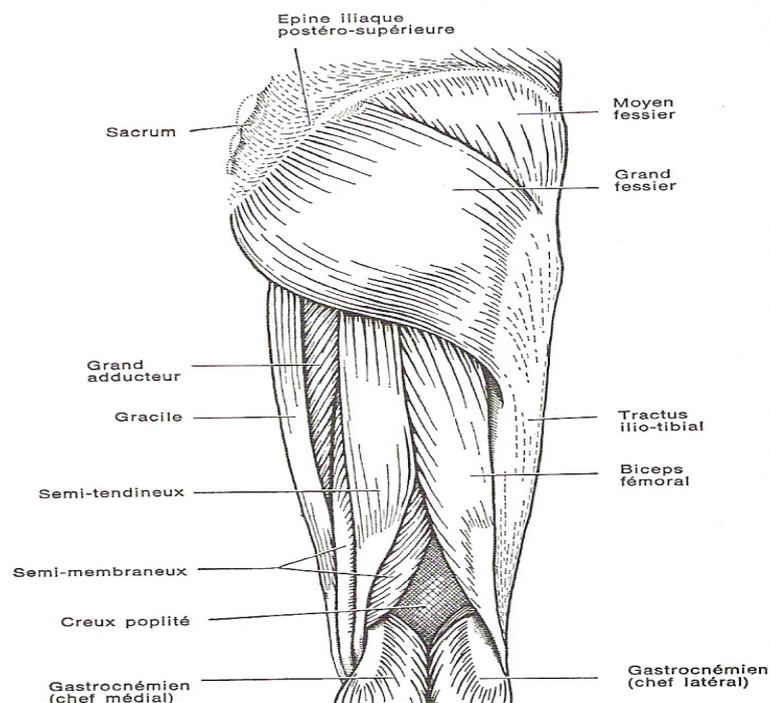


Figure n°07 : Les ischio-jambiers et les muscles fessiers (12)

5. FATIGUE ET CAPACITÉ DE PERFORMANCE SPORTIVE

5.1. DÉFINITION

En fonction des différents paramètres d'effort, l'entraînement sportif entraîne l'apparition d'une fatigue plus ou moins marquée, voire d'un épuisement. En ce sens, la fatigue précède l'épuisement. De manière très générale, la fatigue se définit comme la diminution réversible de la capacité de performance physique ou psychique ; Cependant et au contraire de l'épuisement, cette fatigue autorise néanmoins la poursuite de l'exercice, mais au prix d'un surcoût énergétique notable et d'une perte de précision motrice. Entre la fatigue et l'épuisement, il s'existe qu'une différence quantitative, même si celle-ci peut être assez importante. Tandis que les phénomènes de fatigue disparaissent habituellement après 24 heures au maximum, les processus de récupération après épuisement exigent au minimum 3 à 7 jours et nécessitent le plus souvent un thérapeutique médicale d'accompagnement. (11)

5.2. MODES DE FATIGUE

On distingue une fatigue aiguë périphérique et centrale. Elles sont étroitement liées entre elles et s'influencent réciproquement. Et une fatigue chronique locale et générale engendre le *surentraînement*.

5.2.1. La fatigue aiguë périphérique

On appelle *fatigue aiguë périphérique* tout effort supérieur à la limite de performance d'endurance. A ce niveau les besoins en énergie sont équilibrés par la fourniture en énergie conduit à une limitation de la capacité de performance que l'on décrit comme une fatigue musculaire ou périphérique. Les sources de la fatigue sont multifactorielles et sont étroitement corrélées avec le type d'effort produit. Mais dans tous les cas, le travail de contraction musculaire entraîne, lors de la fatigue, une perturbation de l'équilibre physico-chimique de repos : la réserve d'énergie en partie vidée pendant la contraction ne peut plus être remplie totalement pendant la phase de relaxation. De contraction en contraction se constitue et persiste un résidu de fatigue qui en fonction de l'intensité et de la durée de l'exercice augmente à une vitesse variable et finalement conduit à l'arrêt de l'exercice.

Les causes de la fatigue aiguë périphériques sont les suivantes :

- Accumulations des produits intermédiaires et finaux du métabolisme : En raison de l'accumulation croissante des produits acides du métabolisme. Il se produit un abaissement du PH sanguin. Si un certain degré d'acidité est dépassé ; le sportif entraîné possède à ce niveau une plus grande tolérance à l'acidose que le sujet non entraîné. Il se produit une inhibition des différents systèmes enzymatiques qui participent à la fourniture d'énergie entre autres de la myosine AT Pase qui catalyse l'hydrolyse de l'ATP dans le muscle, et donc une interruption du travail musculaire.
- Epuisement des processus d'approvisionnement et de fourniture en énergie : lors des exercices sportifs intenses, il se produit une diminution des composés phosphates riches en énergie, puis pour des durées supérieures un appauvrissement de glycogène dans le muscle et donc finalement une diminution de l'intensité de travail voir une interruption du travail. Pour augmenter l'activité normale de l'appareil contractile, le contenu en ATP dans les fibres musculaires doit être maintenu à un niveau d'environ 0,25% du poids total de la fibre. Des symptômes de fatigue peuvent cependant également provenir d'une moindre production d'hormones, en particulier l'adrénaline. Celle ci joue un rôle important dans la mobilisation des substrats énergétiques et leurs transformations dans le muscle actif. en particulier dans les exercices de longue durée.
- Modifications de l'état physico-chimique : Lors de contractions musculaires prolongées et fréquentes, il se produit des modifications de l'équilibre ionique des cellules musculaires. Avant tout, on constate une perte d'ions de potassium ce qui a pour conséquence une limitation du potentiel membranaire et donc une limitation de l'excitabilité de la cellule musculaire. Il existe une étroite corrélation entre le contenu en potassium intracellulaire et le degré de fatigue. La perte de potassium s'accompagne d'une perte de calcium depuis le milieu intracellulaire ; celle ci est encore accrue par l'augmentation de la perméabilité de la membrane cellulaire liée à l'acidose ; ceci aboutit à une diminution supplémentaire de la capacité de contraction musculaire et renforce les symptômes de la fatigue.
- Fatigue liée aux neurotransmetteurs : Enfin, une autre cause de fatigue peut consister en la libération de quantités trop importantes ou trop faibles d'acétylcholine, qui fait fonction de substances neurotransmettrices au niveau

des plaques motrices et ainsi participe au transfert de l'excitation du nerf au muscle : couplage excitation contraction. L'accumulation aussi bien que la manque d'acétylcholine conduisent à des perturbations du transfert de l'excitation au système moteur (16).

5.2.2. La fatigue aiguë centrale

La fatigue aiguë centrale consiste au premier plan dans la diminution de la faculté de réaliser des mouvements coordonnés (29). Le plus souvent les fatigues aiguës centrale et périphérique sont étroitement liées entre elles ; les informations afférentes de fatigue provenant du périphérique provoquent dans les centres des réponses sous forme d'impulsions inhibitrices qui conduisent finalement à l'arrêt de l'exercice. Cependant on peut mettre en évidence également une fatigue purement centrale comme, par exemple, dans l'exercice d'observations prolongées qui nécessitent une grande attention, ou dans l'exercice purement psychiques ou intellectuels.

Les caractéristiques de la fatigue centrale sont les suivantes :

- Diminution de la capacité de coordination : l'augmentation constatée de l'activité électrique conduit à une fatigue nerveuse de plus en plus rapide au niveau central qui agit à son titre de façon négative sur les capacités de coordinations.
- Diminution de la capacité de performance sensorielle : La fatigue entraîne des perturbations au niveau des récepteurs. La perception optique est abaissée ; la limite supérieure de fréquence de l'audition est diminuée. Des troubles de la vue par exemple, image double peuvent en partie être expliquées par des défauts de coordination des muscles oculaires.
- Troubles de l'attention, de la concentration de la pensée : lors de la fatigue, on peut observer, à côté du ralentissement général des performances sensorimotrices et des troubles de coordinations, par exemple de grosse erreurs d'appréciation de l'adversaire et de ses actions ainsi qu'une certaine négligence dans les propres actions de compétition surtout dans les disciplines pratiquées en duel.
- Diminution des fonctions de commande et de contrôle : la fatigue s'accompagne d'une diminution du plaisir au travail, de la disponibilité à la performance et d'une augmentation de la sensation de stress. Une baisse de la

motivation réduit la capacité de mobilisation des réserves psychophysiques ce qui nuit tout particulièrement dans les disciplines exigeant de grande qualités de volonté, l'athlétisme par exemple.

5.2.3. Le surentraînement

Des systèmes de surcharge chronique de différentes natures peuvent se développer comme conséquence d'une récupération insuffisante et ceci aussi bien dans le domaine physique que psychique.(29) Ils peuvent en partie être regroupés dans le terme de ***surentraînement***. Par là il faut comprendre une sollicitation excessive dont la somme représente un stimulus exagéré : d'entraînement trop dur, de surcharges professionnellement ou privé, de manque de sommeil, d'alimentation incorrecte et d'autres perturbations. Les causes dans le domaine de l'entraînement sportif peuvent être les suivantes :

- Augmentation très rapide de la quantité ou de l'intensité de l'entraînement
- Apprentissage technique à rythme trop rapide de mouvements difficiles
- Trop grande uniformité des méthodes et des contenus d'entraînement
- Concentration de compétition avec des intervalles de récupération insuffisante.

6. REPOS ET RÉCUPÉRATION APRÈS UN EXERCICE SPORTIF ET LEUR IMPORTANCE SUR LA CAPACITÉ DE PERFORMANCE SPORTIVE

Une liaison dialectique entre l'exercice et la récupération fait apparaître comme absolument nécessaire par la prise en compte croissante non seulement de la charge mais aussi du repos, en particulier dans le sport de haut niveau compte tenu de ses extraordinaires exigences en volume et en intensité d'entraînement. L'accroissement des capacités de performances dans le sport de haut niveau ne semble possible aujourd'hui que par la mise en place de méthodes et de mesures de récupération générales et spécifiques. Bien que les limites de la fatigue liée à l'entraînement puissent toujours être repoussées encore en fonction de niveau de l'état d'entraînement. La récupération associée prend une importance croissante. Si la réflexion ne porte que sur les paramètres de la charge, ou si le processus de récupération est insuffisamment pris en compte. Il peut se produire sous certaines conditions un appauvrissement des réserves d'énergie du sportif conduisant à une chute de sa capacité de performance. Les charges d'entraînement et la récupération qui leur fait suite sont donc étroitement liées et s'influencent réciproquement (31). De plus, un système rationnel d'effort

et de repos est une des conditions les plus importantes pour l'augmentation de l'efficacité de l'entraînement (34). Dans ce contexte il faut surtout prendre en considération l'hétérochomité de la récupération : lors de l'influence d'un exercice préalable sur un exercice ultérieur et lors de la détermination de l'efficacité d'une ou de plusieurs unités d'entraînement orienter vers des buts structuraux morphologiques ou énergétiques. Il faut absolument tenir compte de l'influence escomptée des charges d'entraînement sur l'organisme du sportif.

Parmi les différentes mesures de récupérations, une classification semble s'imposer en mesure active, par exemple, course lente et mesures passives par exemple, le massage, le sauna car leur efficacité est appréciée de manière différente. A côté des mesures de récupérations actives et passives, on utilise également des mesures psychologiques pour optimiser le repos dans le sport. Ici c'est surtout le training autogène qui joue un rôle important (31)

6.1. L'IMPORTANCE DE LA MESURE DE RÉCUPÉRATION ACTIVE

On entend par récupération active toutes les mesures qui conduisent, de manière active, immédiatement après l'effort, à la récupération la plus rapide et la plus complète possible. A l'intérieur du processus d'entraînement, la récupération active a pour but de maintenir l'état d'entraînement à un niveau tel que de hautes performances sportives puissent être préparées de nouveau de manière planifiée (11). C'est seulement grâce à une récupération rapide que plusieurs unités d'entraînement peuvent être mise en place par jour de manière optimale pour l'amélioration de la capacité de performance. Comme mesure active post exercice, on utilise : un footing léger, une séance légère de natation, d'aviron ou de bicyclette à vitesse faible, des exercices d'étirement et de relâchement. Après l'exercice, l'organisme s'efforce d'atteindre à nouveau, le plus rapidement possible, l'optimum de l'état fonctionnel de départ. L'homéostasie de chaque système fonctionnel : en particulier la normalisation de la régulation cardiovasculaire, de l'équilibre acido-basique, du système neuromusculaire, du système nerveux central et psychique, de la thermorégulation et de la régénération des composés phosphatés riche en énergie, du rétablissement de l'équilibre hydrominéral, le début des processus métaboliques de synthèse et des exercices de récupérations situés au niveau du métabolisme aérobie favorise la dégradation des produits acides du métabolisme et des autres déchets métaboliques.

6.2. L'IMPORTANCE DES MESURES DE RÉCUPÉRATIONS PASSIVES

6.2.1. Sauna ou bain de vapeur

Comme son nom l'indique, le sauna consiste à mettre le sujet dans un endroit rempli de vapeur chaude. Il a pour but de provoquer des transpirations forcées afin de faire excréter les toxines des fatigues de l'organisme, en particulier l'eau et le gaz carbonique provenant de l'acide lactique. La chaleur a une double action sur l'organisme : elle provoque une vasodilatation facilitant la circulation sanguine d'une part et d'autre part, elle favorise l'augmentation de la création des glandes sudoripares. La quantité de sueur excrétée par 24 heures est de 600 à 900g, elle peut atteindre près de 1500 g après un sauna (23)

6.2.2. La douche écossaise

Cette technique consiste à prendre une douche avec une alternance de jet d'eau chaude pendant une minute et de jet d'eau froide pendant 15 secondes. Le cycle est répété 4 à 5 fois, ce procédé simple active la récupération d'une façon importante. L'alternance de la chaleur et du froid va influencer sur le système circulatoire pour provoquer une vasodilatation et une vasoconstriction successive. Ce phénomène va provoquer une accélération de la circulation sanguine sans qu'aucune activité n'est réalisée. (23)

6.2.3 L'importance du sommeil pour la récupération

Pendant le sommeil, une inhibition de défense s'étend sur l'écorce cérébrale qui provoque une régénération des cellules cérébrales. Les produits de dégradation du métabolisme sont éliminés et les corps cérébraux sont ainsi protégés contre les surcharges (31). Le sommeil normal et sain se caractérise par une profondeur correspondante et un endormissement rapide. Le sommeil et le relâchement sont fondamentaux pour la régénération de l'organisme et participe à la capacité de performance physique et intellectuelle. L'importance d'un sommeil suffisant peut être démontrée par le fait que l'hormone de croissance est sécrétée pendant le sommeil. Or, c'est elle qui joue un rôle prépondérant chez les adultes pour la régénération et la croissance des cellules. Des troubles du sommeil peuvent d'une part, limiter la sécrétion de cette hormone et donc de diminuer la

faculté de récupération. Ils peuvent d'autre part être considéré comme un indice ou un cofacteur d'un état de surentraînement. L'importance du sommeil pour le sport de compétition ressort également des expériences, qui précise que la privation du sommeil prolongée conduit à une fatigabilité rythmique journalière, récurrente qui se transforme en 48 à 72 heures à un besoin impérieux de dormir et liée avec une perte de la force et du tonus musculaire, des difficultés de concentration et une excitabilité. Le changement de l'état de veille pendant le jour au sommeil nocturne est complètement développé chez les jeunes gens et conditionne leur capacité de performances. A l'inverse, la perte des performances chez les gens âgés est liée, selon lui, à la disparition de la périodicité journalière du rythme de veille et de sommeil, avec de nombreuses phases d'éveil nocturne et des périodes de fatigue plus importantes le jour. Le problème du sommeil diurne ou nocturne est également important chez les sportifs dans le mesure où il se pose lors de modification du rythme circadien, lors de voyage pour de compétitions se déroulant dans des pays situés dans des fuseaux horaires différents. Le sommeil diurne est caractérisé selon (4) par un manque de sommeil léger et un déficit certain en sommeil paradoxal : au cours de la nuit, des cycles de sommeil normal et paradoxal se reproduisent 4 à 5 fois. Leurs disparitions conduisent après un certain temps à des troubles de l'humeur et de l'excitabilité. D'autre part, il est également marqué par une tendance aux réveils multiples intermédiaires et aux difficultés de réendormissement de telle sorte qu'il peut facilement conduire à l'apparition d'un manque de sommeil. Les résultats des expérimentations montrent également à quel point le sommeil est important pour le sportif. Dans des expériences de privation de sommeil, ils ont pu montrer que l'efficacité des qualités motrices : Habileté, vitesse et endurance était significativement diminuée. (31)

6.2.4. L'importance des mesures de récupération psychologique

Le T.A., c'est le Training Autogène. Il joue dans le domaine du sport, un rôle important avant tout pour la récupération et la restauration du potentiel physique et psychique du sportif qui s'est exposé pendant la compétition à des situations d'efforts extrêmes et qui est contraint de faire disparaître le plus vite possible l'état d'épuisement physique et d'hyperexcitation psychique. Si l'on maîtrise les techniques du T.A., on peut éliminer ou diminuer la fatigue physique et atteindre un état de relâchement émotionnel plus rapidement .une récupération de 5 minutes utilisant le T.A. est plus efficace sur les fonctions psychiques qu'une heure de récupération sans T.A.(4)

Le massage est aussi un élément important de notre recherche donc nous allons faire une étude approfondi et expliqué les principes fondamentaux dans la pratique du massage.

7. LE MASSAGE

7.1. HISTORIQUE

L'histoire du massage se confond avec les origines de l'humanité. D'instinct, l'animal lèche, frotte, frictionne l'articulation, le segment blessé ou simplement douloureux, afin d'obtenir une sédation. Avec la notion de maladie se révéla celle d'y porter remède, et il est naturel de penser que les remèdes furent primitivement recherchés parmi les objets qui tombent naturellement sous nos sens. L'exercice, et avec lui le massage, sont entrées à coups sûrs, les premiers parmi les remèdes à opposer aux malades, selon ESTRADERE. L'acte animal instinctif s'est transformé en une procédure plus ou moins élaborée.(7)

En Inde, vers 1600 av JC, « AYUR – VEDA » rapportée par « MEGASTHENES » dans l'antiquité méditerranéenne, le texte sacré dicté par BRAHMA à ses disciples, recommande le massage à titre hygiénique.

1000 ans av JC, dans l'antiquité grecque, le massage fût un moyen de préparation des athlètes avec l'utilisation des produits que l'on jugeait doté des pouvoirs supplémentaires.

En Chine, dans « la tradition rapportée aux temps mythiques correspondant à des textes depuis 220 av J.C, les bonzes exposent dans « le Kung-Fu » leurs conceptions relatives à l'hygiène du corps. Ils ont accordé une grande place aux plantes des pieds où se trouvaient toutes les terminaisons nerveuses. (9)

128 ans av JC, la Rome décadente, les intrigues politiques et du cirque négligera la pratique du massage dans le cadre hygiénique mais plutôt sur le coté agréable à forte connotation érotique.

Dans l'antiquité Egyptienne les différents types de manœuvres sont élaborés. Le massage était utilisé à des fins thérapeutiques et hygiéniques. En Afrique noire, la pratique du massage s'agissait d'un rituel magique accompagné d'incantation de formules magiques et d'ingestion de drogue. Il s'agissait d'une interprétation dogmatique fondée sur la transmission de pouvoirs et de forces. «Médecine traditionnelle Africaine ».

Dans le monde arabe, 980 ans av JC, la pratique du massage est un acte traditionnel. Il apparaît d'ailleurs que l'étymologie du mot masser vient de l'Arabe, où « mass » qui signifie manier avec douceur selon Robert TOCQET. (30)

Dans le temps moderne la pratique du massage se répandait progressivement en Europe de 1472 à 1868, arrivant même aux USA en 1852. Voici la chronologie et les noms des auteurs par pays selon G. BEARD et E. WOOD : 1472–1539, S CHAMPIER (France), 1492-1541 PARACELSE (Suisse), 1537-1619 F. HIERONIMUS (Italie), 1624-1689, T. SYDENHAM (Grande Bretagne), 1660-1742, F.HOFFMANN (Allemagne), 1776-1839, H. LING (Suède), 1819-1935, W. BALFOUR (Ecosse), 1839-1901, G. METZER (Hollande), 1848-1928, D. GRAHAM (USA). A cette époque les principes mécaniques et les techniques du massage se sont élaborées. Mais une multitude d'appellation ont été proposée selon l'étendue de l'imagination et le souci d'originalité. Les dénominations varient d'un auteur à l'autre. (6)

Dans le monde contemporain, à partir de 1962, le GROUPE DE RECHERCHE DE THERAPEUTIQUES MANUELLES, sous l'impulsion déterminante du professeur JEAN VACHER, dans le cadre d'une médecine légale et sociale de la faculté de médecine de TOURS, pour éviter la pratique du massage dans un sens erroné. Et surtout pour disperser les doutes sur la pratique du massage sur sa valeur opératoire. Depuis 1972, un COLLEGE NATIONAL réunit les praticiens manuels, quelle que soit leur formation personnelle, pour un travail de niveau supérieur dans le but d'intégrer la formation aux thérapeutiques manuelles, il fallait donc expliciter les techniques, réunir les fondements scientifiques permettant leur interprétation théorique et conceptualiser une hypothèse de travail général, cohérent et discursive. Par ailleurs, il fallait dégager une filière de transmission didactique sur trois plans : théoriques, technologique et clinique.(27)

7.2. DÉFINITION

Alors que le terme massage semble être une entité première se suffisant à lui-même. Car il a un sens parfaitement clair, on constate les difficultés d'une définition stricte M. BOIGEY, 1950 (3).

LITRE (30) définit le massage comme « l'action de presser avec les mains toutes les parties du corps et d'exercer des tractions sur les articulations afin de donner de la souplesse et d'exciter la vitalité ». En étymologie arabe « mass » signifie : manier, toucher, palper. Selon PIHAN (6) ce mot peut aussi provenir du grec « masscin » qui veut dire pétrir. Une étymologie orientale est vrai-semblable pour cette pratique si utilisée en Orient. Mais la définition de LITRE ancien interne des Hôpitaux de Paris (de la promotion 1826), est discutable, bien qu'elle serve de base aux lexicographes modernes. Le Grand Larousse Encyclopédique indique pour masser « Pétrir, presser avec les mains les différentes parties du

corps pour donner de la souplesse aux muscles » et pour ROBERT, c'est frotter, presser, pétrir avec les mains ou à l'aide d'instruments spéciaux, dans une intention thérapeutique ou hygiénique.

Les définitions adoptées par les masseurs ne sont pas toujours plus simples, ni surtout plus précises. Généralement, prédomine l'intention thérapeutique de manœuvres ou bien mal définies ou bien sélectionnées arbitrairement parmi celles qui forment le massage.

En 1964, VILIAS, TURPIN, ROTIVAL et DUMAS définissent le massage comme « l'ensemble des séries organisées, concertées, mouvantes de manipulation qui s'exécutent sur une région du corps dans un but hygiénique, esthétique, thérapeutique et préventif. (27)

Enfin le Conseil Supérieur de la Massothérapie a adopté une définition formelle, le massage se définit donc comme « *l'ensemble des mouvements manuels ou mécaniques mobilisant d'une façon méthodique les tissus ou segment sans viser à forcer l'amplitude articulaire* ». Certains massages sont pratiqués avec d'autres parties du corps que les mains : poignets et avant-bras, coudes, pieds. Le massage est utilisé pour des fins thérapeutiques, esthétiques et hygiéniques et aussi à des fins sportives. Ce sont les différents types de massage.

7.3. LES MANIPULATIONS FONDAMENTALES

On remarquera qu'une classification méthodologique n'apporte pas seulement la satisfaction de l'esprit pour un rangement harmonieux de techniques qui, de toute façon, dans la pratique, se fondent en un style personnel. Elle implique surtout une compréhension des principes d'actions essentiels qui à partir d'un petit nombre de facteurs, permettent de caractériser de nombreuses techniques principales et leurs variantes. La classification constitue donc une méthode d'étude des mécanismes d'actions opératoires des techniques étudiés. De là, il est possible de dépasser le niveau assez fruste d'une simple analyse descriptive pour atteindre un niveau de compréhension plus abstrait, plus général, c'est à dire conceptuel. Cette démarche au niveau d'une technologie aussi simple que celles des massages, présente un intérêt évident. Elle constitue un mode d'appréhension des processus d'actions. Les notions spécifiques que nous avons dégagé pour définir les massages, on peut retenir qu'il s'agit de l'application de forces mécaniques sur des territoires corporels, sans mobilisation de segments les uns par rapport aux autres. On peut donc retenir trois ordres de critères qui différencient les types de manipulations :

- L'étendue du territoire intéressé

- Les caractères mécaniques de la force appliquée
- Les modalités d'application de cette force dans le temps

Il n'est nécessaire de donner des dénominations qu'aux seules manœuvres élémentaires : les manœuvres complexes associent simplement des manœuvres élémentaires en vue d'une application régionale ou d'un effet déterminé.

Il est donc inutile d'isoler de telles combinaisons variables en fonction des circonstances d'applications. Par contre, leur temps mérite d'être précise ainsi que les agents exécutifs des manœuvres.

Dans les manœuvres élémentaires, on distinguera les manœuvres simples réalisées sur mode continu et ceux réalisés sur mode non continu.(14)

7.3.1. Les manœuvres simples, réalisé sur mode continu

Dans les manœuvres simples réalisés sur mode continu, nous pouvons encore différencier les massages essentiels synergiques et les massages essentiels asynergiques.

Les manœuvres sont dites synergiques lorsque les deux mains concourent à un même travail, c'est-à-dire il y a synergie quand les deux mains coopèrent à une même action, similaire ou symétrique.

L'analyse des composantes mécaniques et des forces appliquées permet de distinguer l'effleurage, les frictions et les pressions. (9)

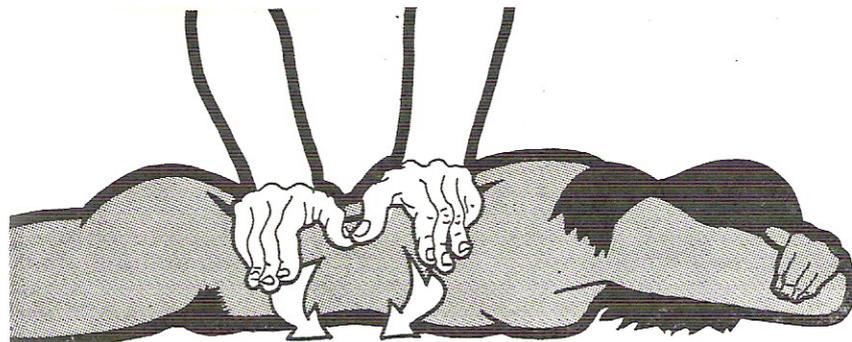


Figure n°08 : Manœuvre synergique (6)

7.3.1.1. EFFLEURAGES

Ces manœuvres doivent être pratiquées en augmentant progressivement les stimulations mécaniques. En conséquence, la séquence opératoire normale passe par cet ordre :

LES EFFLEURAGES sont une introduction aux massages. Elles sont les manœuvres les moins puissantes et commenceront donc naturellement un massage et termineront un massage. Elles peuvent également servir entre diverses phases d'un massage à titre de relais.

Voyons de près maintenant les composantes spatio-temporelles et les composantes mécaniques de cette manipulation, c'est-à-dire le rythme et la technique d'exécution.

***Rythme** lors de l'effleurage, le déplacement prédomine car la force appliquée aux téguments est de valeur moindre. Il s'agit d'exécuter un déplacement lent à intensité uniforme.

***Technique d'exécution avec deux types différents :**

- Utiliser les deux mains alternativement à la suite l'une de l'autre. Déplacer les mains, doigt réunis, en les faisant glisser sans perdre contacts avec la peau. Commencer près de la racine puis descendre progressivement vers l'extrémité distale, en commençant la manipulation de plus en plus bas et en la terminant toujours au niveau de la racine.
- Pour les effleurages simultanés, les deux mains pratiquent des effleurages simultanément : c'est une forme de massage synergique au sens propre du terme, les deux mains sont couplées ou symétriques.

Il y a trois sortes de déplacements :

*déplacements ovalaires à mains symétriques

*déplacements ovalaires à mains couplées

*déplacements en croix, transversalement et longitudinalement

Action de l'effleurage

Selon l'intensité de la composante normale de pression, l'effleurage peut atteindre trois plans :

+Plan pilo-épidermique : Ce ne sont plutôt que des effleurages, des frôlements et des attouchements irritant poils et récepteurs sensoriels à seuil barosensible très léger. Ils sont par définition horripilants. L'érotisme peut s'y manifester.

+Plan dermique : il y a action sur le derme. Le déplacement centrifuge couche les poils et leurs appareils sensoriels. Il peut être donc calmant. Il s'agit ici d'effleurage superficiel.

+Plan hypodermique sous-jacent atteignant les plans conjonctifs et vasculaires ainsi que les espaces interstitiels. L'action sur les artérioles est secondaire en raison de l'élasticité des parois qui ne sont pas aisément dépressibles. Il s'agit ici d'effleurages profonds.

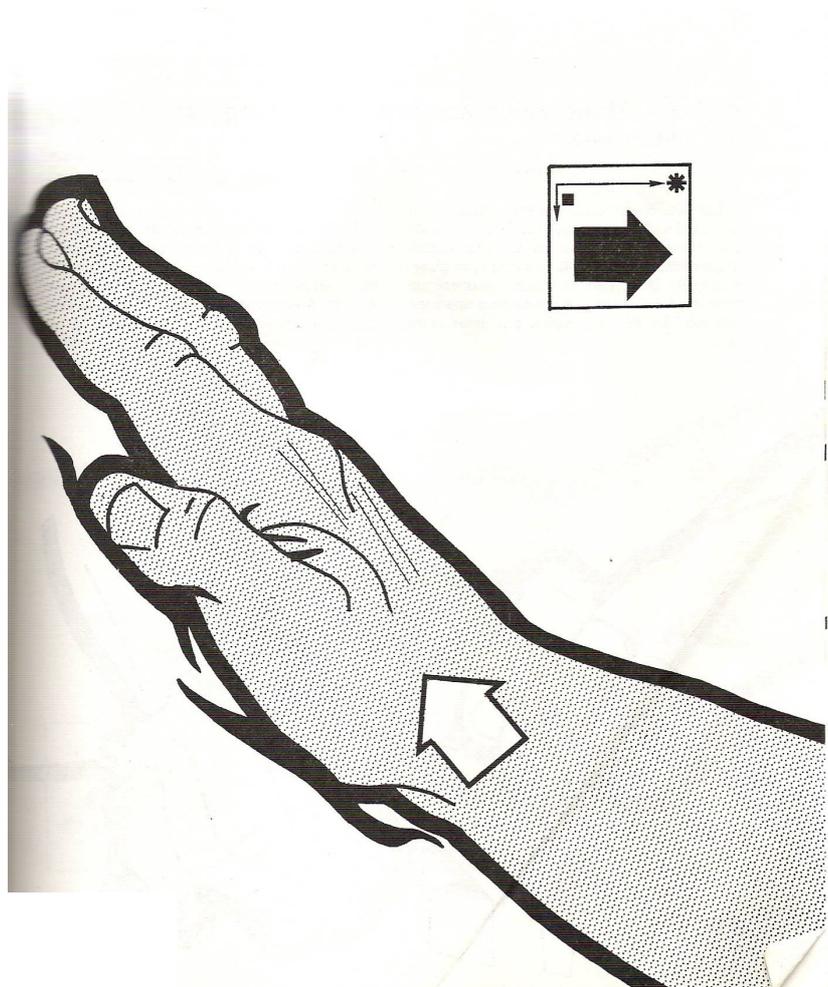


Figure n°9 : Effleurage (7)

7.3.2.2. FRICTIONS

LES FRICTIONS associant à un déplacement, une composante de pression normale suffisamment importante pour entraîner la mobilisation des plans superficiels sur les plans profonds qui demeurent sensiblement immobiles. La combinaison d'une pression et d'un déplacement réalise la friction. A la limite le déplacement est tellement secondaire qu'on parle alors de *pressions glissées*, ou inversement, la pression appliquée est suffisamment faible pour que l'on atteigne le niveau de l'effleurage profond. Pour qu'il y ait friction, il convient, par définition, que la force appliquée soit suffisante pour entraîner les plans superficiels par rapport aux plans profonds. Moins stimulantes des récepteurs sensoriels que les pressions, les frictions constituent cependant des manœuvres plus intenses, mécaniquement, que les effleurages, et se situent donc dans une position intermédiaire.

***rythme** : la friction constitue à faire des mouvements de va et vient circulaires ou ovalaires de la main ou des doigts. A écraser, fouler et presser le tissu comme pour les dissocier en les comprimant contre le plan osseux.

***Technique d'exécution** : Saisir la masse musculaire entre les quatre doigts et le pouce formant un pince. Prendre appui sur le pouce qui doit rester immobile et décrire avec les autres extrémités des autres doigts de petits mouvements circulaires ou ovalaires. La main peut rester fixe ou déplacer légèrement suivant la région à déplacer. On peut l'exécuter en inversant les rôles des doigts. On peut aussi le faire en utilisant le talon de la main.

Action des frictions

Entraînement des plans superficiels et musculaires par rapport au plan osseux :

+Friction simple : l'effet essentiel est un frottement mécanique atteignant le niveau musculaire. Bien attendu, il y a entraînement partiel des masses musculaires, avec étirement myotransversal.

-Le foulage digital sera étudié comme une forme particulière de friction avec une zone de contact réduite et des déplacements également réduits. Il s'agit simplement de pressions locales ou de pressions glissées, voir de frictions effleurages, exercées du bout d'un doigt, la pulpe du pouce le plus souvent ou de plusieurs doigts accolés. On peut distinguer trois formes de foulages digitaux selon l'amplitude de déplacements :

-foules ponctuels exercés sur place, avec rotation de l'agent exécutif ou pivotement.

-foules linéaires transversaux aux structures, le plus souvent avec mouvement de brève amplitude en aller et retour.

-foules linéaires longitudinaux qui peuvent être parfois de très grande amplitude, parcourant le corps des pieds à la tête.



Figure n°10 : Frictions et foulages digitales (7)

7.3.2.3 PRESSIONS

Le principe d'action des **PRESSIONS** est si simple qu'on en trouve mentionné dans la plupart des classifications de massage. L'analyse permet d'indiquer qu'il s'agit de l'association d'un contact manuel et d'un transfert de poids du corps de l'opérateur sur celui du sujet. En fonction des effets physiologiques recherchés la pression doit être d'installation lente, de maintien prolongé et de décompression encore plus lente. On notera, en outre que

les stimulations sensorielles étant intenses une préparation par effleurages et frictions s'impose avant la réalisation de pressions.

***Rythme** : les pressions sont les manœuvres les plus simples à caractériser. C'est l'application d'une force normale au revêtement cutané, sans déplacement, sur un mode continu. Les pressions sont des manœuvres réalisant une pression intense dans un territoire localisé, sans variation brusque de la force appliquée

***Technique d'exécution** : les mains étant identiques on peut utiliser soit toute la surface de la main, soit le talon de la main suivant la masse à masser, les deux mains formant un bracelet ou la main formant une gouttière. On peut aussi utiliser les dos des articulations, les phalanges.

Action des pressions

Les pressions entraînent une compression de plans superficiels et des plans musculaires et une pression liquidienne. Il y a différents types de pressions :

- Pression simple sans déplacement
- Pression avec déplacement
- Pression glissée croisée
- Pression longitudinale

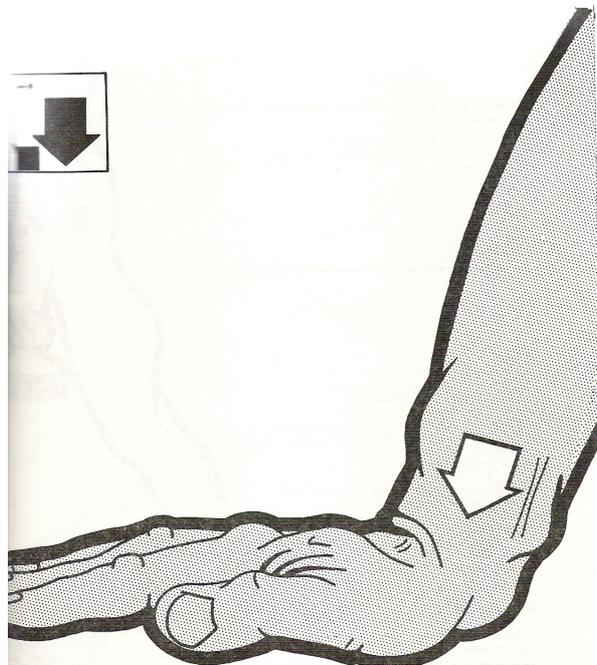


Figure n°11 : Pressions (7)

Les manœuvres essentiels sont dites asynergiques quand les deux mains suivent des programmes d'actions différents pour concourir à une action collective, c'est-à-dire que les deux mains effectuent un même travail. (6)

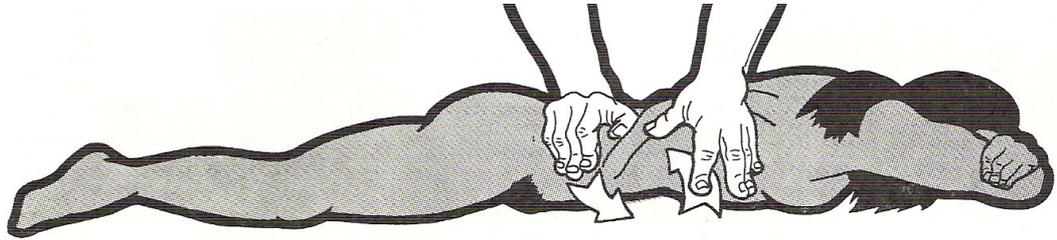


Figure n°12 : Manœuvre asynérigique (6)

7.2.3.4 PETRISSAGES

Les **PETRISSAGES** sont des manœuvres élémentaires réalisées également sur le mode continu mais par des actions asynergiques. Il y a essentiellement les pétrissages profonds et superficiels, et accessoirement les pincements.

Les pétrissages combinent des effleurages et des frictions réalisant un travail différent de chacune de deux mains ou de deux parties d'une même main d'où la dénomination asynergie.

***Rythme** : Elle consiste à soulever, presser, comprimer, tordre sans brusquerie les tissus saisis. Les manœuvres doivent être souples, non traumatisantes et absolument indolores. En particulier, elle ne doit pas laisser de bleus qui traduisent une rupture vasculaire et des diffusions sanguines par agressions provoquant une réaction inflammatoire.

***Technique d'exécution** : Elle peut être exécuter sous différentes formes, selon la constitutions anatomique de la région à masser.

Action des pétrissages

C'est le type de massage destiné au muscle. Les pétrissages constituent des mobilisations relatives des plans entre eux, et des parties molles entre elles à un même niveau. Les pétrissages réalisent des interactions à un même niveau avec compression et étirements combinés ainsi il y a diffusion des compartiments liquidiens par expression. Nous distinguons :

- Pétrissage profond à une seule main
- Pétrissage profond à deux mains asynergiques une main pousse et l'autre tire
- Pétrissage superficiel.
- Pétrissage transversal
- Pétrissage en pincement
- Pétrissage en roulement

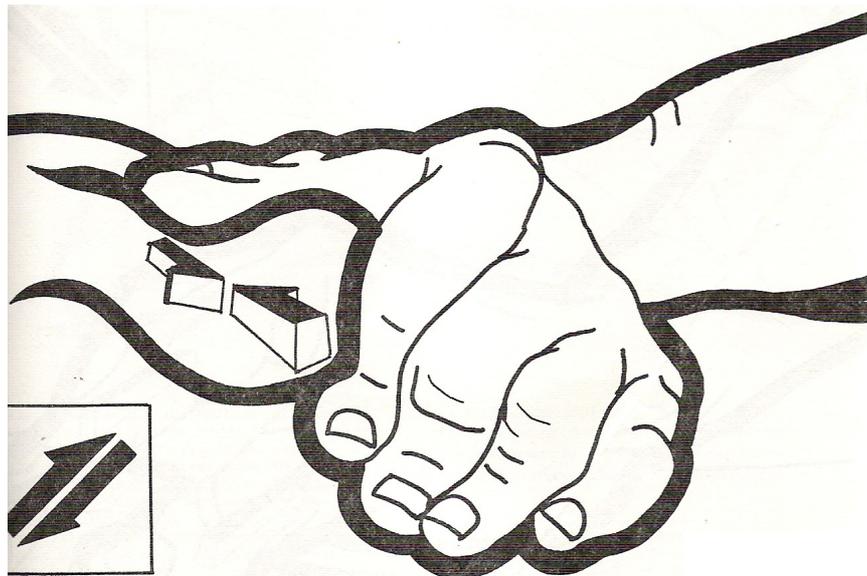
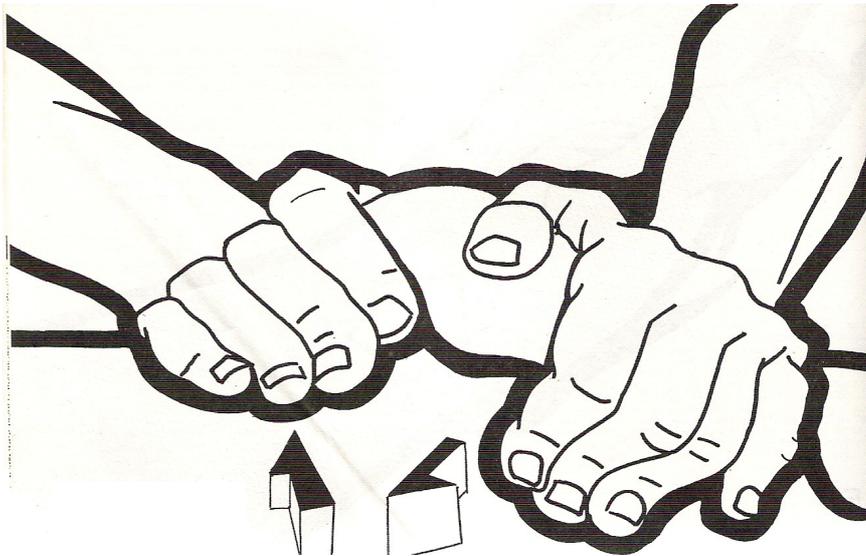


Figure n°13 : Pétrissages (7)

Passons maintenant aux manœuvres simples réalisées sur un mode non continu.

7.3.2. Manœuvres simples réalisées sur un mode non continu

Ce sont les modes vibrés, c'est-à-dire les vibrations qui peuvent être manuelles ou instrumentales. (9)

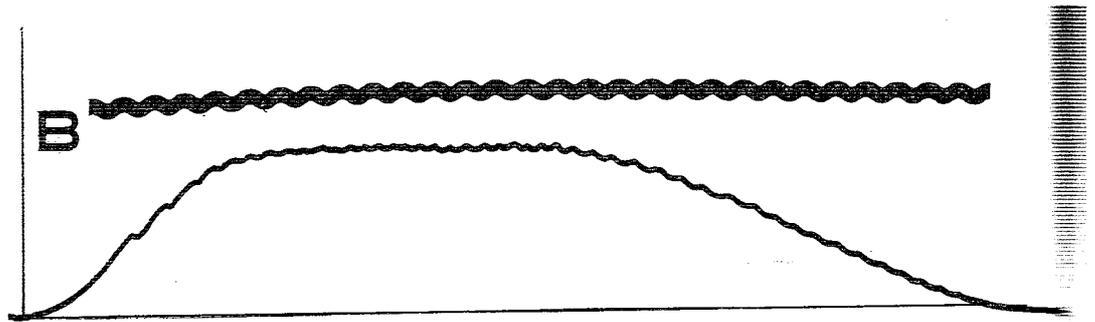


Figure n°14 : Mode non continu (9)

7.3. 2.1 VIBRATIONS

Ce sont des manœuvres réalisées avec discontinuités des points d'application lors du massage.

***Rythme** : Manuellement l'opérateur réalise une fréquence de 5 à 10 cycles par seconde pour une amplitude de 1 à 5 millimètres sur un mode discontinu et syncopé.

***Technique d'exécution** : Vibration régulière et transversale par compression et décompression. Elles doivent être prolongées

Réaliser un tremblement presque invisible qui peut partir de l'épaule ou du coude mais qui est mieux si son origine à lieu au niveau du poignet, coude demi fléchi, éloigné du corps, et épaule libre. Le plus souvent on pratique la vibration par les doigts écartés et souples.

Actions des vibrations

La vibration d'un contact, quelque soit le niveau, entraîne par la monotonie lassante des stimulations identiques, la saturation des centres nerveux et, par voie de conséquence, l'abaissement de la sensibilité générale et douloureuse. Ainsi la vibration est considérée comme le massage antalgique.

Les vibrations peuvent être des pressions vibrées, des frictions vibrées puis des effleurages vibrés. Les pétrissages vibrés sont pratiquement impossibles sans utilisation des vibrateurs. Les vibrateurs sont des auxiliaires mécaniques du massage.

4/C-3 : Manœuvres accessoires à mode non continu

Le mode vibré peut être surajouté aux manœuvres essentielles, surtout synergiques.

Les vibrations sont d'amplitude faible, de l'ordre de quelques millimètres, de fréquence élevée : 6 à 10 cycles par seconde, et pendant une durée assez longue, au moins dix minutes. Elles ont été longtemps considérées comme l'apanage des meilleurs masseurs qui se plaisaient à décrire de nombreuses variantes « linéaires », « circulaires », « pointées »,

voire très rapides et supposées « tétanisantes », en un temps où le praticien était fort démuni devant la douleur musculaire que seul le massage calmait. La pharmacologie moderne, l'électrothérapie, les infiltrations anesthésiantes ont fortement diminué leur intérêt. Ces vibrations peuvent être manuelles, ce qui demande un long entraînement pour un emploi fortement concurrencé par des thérapeutiques plus efficaces, ou instrumentales, un électrovibreux placé sur la main permettant d'obtenir des vibrations régulières et sans fatigue.



Figure n°15 : Vibration (7)

7.3.2.2 PERCUSSIONS

Les **PERCUSSIONS** sont constituées par des compressions puis par des décompressions qui consistent à tapoter, à frapper, à marteler sans violence et de façon intermittente les tissus

***Rythme** : Les percussions constituent des stimulations rapides, par des pressions exercées sur le mode discontinu syncopé.

***Technique d'exécution** : De nombreux agents d'exécution peuvent être employés, depuis le bout de doigts, le bord cubital de la main ou les poings. Ainsi, on peut les réaliser :

- avec le bout de doigts demi fléchis
- avec la face palmaire des doigts et avec la face dorsale
- avec le bord cubital du petit doigt écarté de l'axe de la main, les autres doigts étant supposés venir frapper successivement ce petit doigt
- avec le bord cubital de la main durcie par contraction de muscles hypothénariens
- avec l'éminence hypothénar et le pisiforme
- avec le talon de la main entre les éminences thénar et hypothénar
- avec le poing fermé par son bord cubital ou poing en marteau

- avec le poing demi-fermé par la face dorsale des phalanges proximales
- avec toute la main, par la face palmaire faisant ventouse

Actions des percussions

Les percussions agissent au niveau du muscle. On notera à part, une forme de percussions permettant un ébranlement sismique de centres nerveux utilisés pour la réanimation des syncopes réflexes traumatiques, en particuliers celle survenant par suite d'un étranglement lors d'un combat de judo ou d'autres arts martiaux ou d'un choc en une zone particulièrement sensible. Ainsi, il y a :

- -Le tapotement : de la paume des doigts réunis
- -La percussion digitale par les extrémités des doigts réunis
- -Les hachures par le bord cubital de la main et des doigts

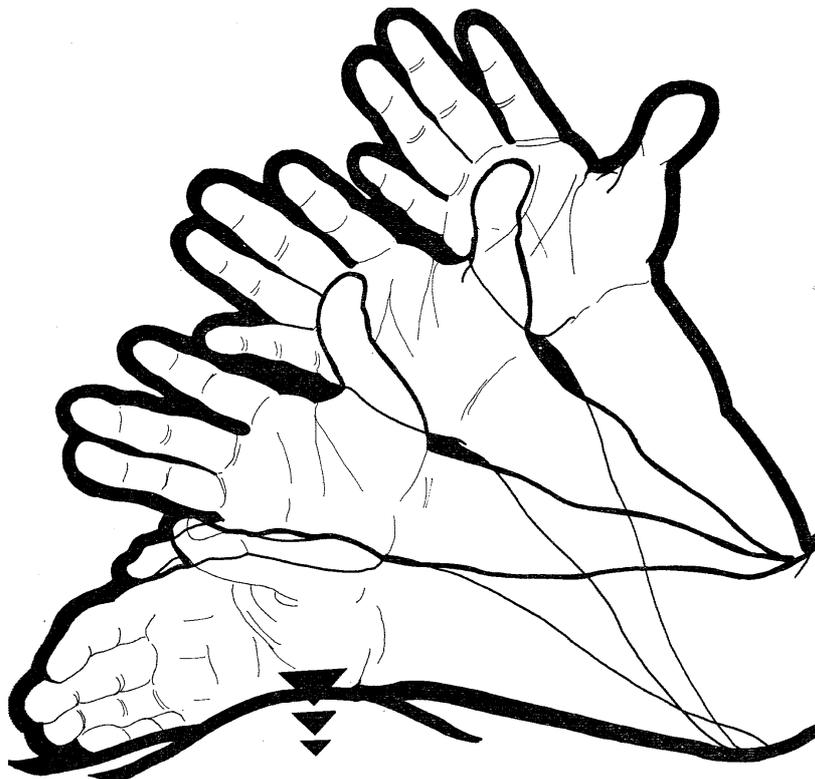


Figure n°16 : Percussions (7)

7.4. LES COMPOSANTES SPATIO-TEMPORELLES ET MÉCANIQUES

Les effets physiologiques du massage dépendent de la manipulation effectuée et des différentes composantes. (27)

Dans un premier temps, nous allons aborder les composantes spatio-temporelles.

7.4.1 Composantes spatio-temporelles

- Localisation
- Le rythme
- La direction des interventions

Ensuite, passons aux composantes mécaniques

7.4.1.1. La localisation

Les massages ont une action en fonction des structures sur lesquelles ils agissent :

- -La peau
- -Les muscles
- -La circulation sanguine et lymphatique
- -Les viscères

7.4.1.2. Le rythme

Sans préjuger les autres composantes du massage, le rythme des interventions caractérise largement les effets que l'on peut attendre du massage.

***Le rythme lent** entraîne un relâchement musculaire à cause de la dépression de l'activité et de la substance réticulée, ce qui peut conduire au sommeil

***Les interventions puissantes** quand il y a action sur les muscles avec expression liquidienne

***Une intervention par intermittence** qui améliore le transit liquidien (14)

7.4.1.3. La direction des interventions

La direction que l'on doit imprimer aux interventions dépend des structures sur lesquelles on peut agir et de l'effet qu'on attend. Au niveau de la peau, il n'y a pas de formation structurée en direction, sauf l'obliquité des poils.

Un déplacement rebrousse-poil fait basculer le bulbe pileux et entraîne une excitation des nombreux récepteurs sensoriels situés en marge du poil. (Dans le sens centripète)

Par contre, un déplacement qui plaque les poils ont un effet calmant (dans le sens centrifuge)

Au niveau des compartiments liquidiens, nous pouvons différencier :

***L'appel** qui est une aspiration des liquides en amont

***La chasse** qui est un refoulement des liquides vers l'aval

Au niveau des muscles, c'est en fonction de la structure de fibres musculaires qu'on détermine l'action des composantes mécaniques.

7.4.2 Composantes mécaniques

- Intensité de la force appliquée
- Déplacement du point d'application
- Combinaison des forces

L'action d'une manœuvre de massage est la résultante de ces différentes composantes. Les effets physiologiques dépendent aussi de ces composantes que l'on peut analyser indépendamment.

7.4.2.1. Action de l'intensité de la force appliquée

Les effets du massage différent selon son intensité.

Avec une intensité faible, le massage atteindra surtout les téguments avec excitation des récepteurs sensoriels, servira à assouplir les plans superficiels et fera un décapage mécanique des couches épidermiques superficielles.

Avec une intensité moyenne, la force peut atteindre le niveau liquidien, et si la force déplace son point d'application des régions distales vers les proximales, il y aura assistance circulatoire, avec pompe périphérique, surtout si la force s'exerce par intermittence.

Avec une intensité forte, enfin la force atteint le niveau musculaire. Ici, la direction comme le rythme des interventions décideront des effets.

7.4.2.2. Déplacement du point d'application

Au sujet du déplacement du point d'application, nous pouvons distinguer le mode continu et le mode discontinu.

Le mode est dit continu quand le massage est appliqué dans le temps de façon relativement longue et selon les mêmes caractéristiques. L'action peut être synergique ou asynergique.

Il est par contre discontinu quand le massage est appliqué avec des variations d'établissement et de rupture de la force les caractérisant et aussi avec intermittence entre les moments d'applications. Ce mode discontinu peut-être vibré ou syncopé :

***vibré** : Avec toute forme de massage réalisée avec des variations sinusoïdales d'une intensité rapide de la force appliquée.

***syncopé** : Quand les durées de variations d'établissement et de rupture de la force appliquée peuvent être l'élément essentiel avec intermittence entre les moments d'application.

7.4.2.3. Combinaison des forces

On a examiné jusqu'ici les effets d'une force appliquée au corps que ce soit avec un doigt, une main dans son ensemble ou de deux mains.

Que se passe-t-il alors, lors de la rencontre de deux forces de caractéristiques différentes, produites par une même main ou non ?

On se trouve dans le cas, des manœuvres combinées les plus utilisées :

- -La pression vibrée
- -Friction vibrée
- Effleurage vibré
- -La combinaison d'une pression et d'un déplacement réalise la friction. A la limite le déplacement est secondaire qu'on parle de pression glissée.
- -Le pétrissage profond est la combinaison de deux frictions
- -Le pétrissage superficiel combine deux effleurages
- -Les pincements peuvent être considérés comme des pétrissages réalisés sur un mode syncopé.
- -A partir d'un contact manuel, l'association à un déplacement réalise l'effleurage superficiel, puis en augmentant la pression normale, c'est l'effleurage profond et ensuite si on augmente encore plus la pression, on réalise la friction. L'augmentation de cette pression normale avec disparition du déplacement réalise la pression. Enfin quand les mains vont œuvrer chacune de leur côté, on arrive aux pétrissages.

Remarques : La combinaison de manœuvres assure une opérationnalisation optimale de la pratique du massage. Elle permet aussi d'atteindre des effets physiologiques significatifs. En effet, le choix des combinaisons de manœuvres élémentaires formant

l'essentiel du massage se détermine rationnellement en fonction de l'analyse de leurs propriétés, de leurs principes d'actions par référence aux objectifs.

7.5. LES EFFETS PHYSIOLOGIQUES DU MASSAGE

Selon les manipulations, les effets du massage se diffèrent. (7)

-l'effleurage a un effet sédatif, anesthésiant, réchauffant c'est à dire un effet vasodilatateur. L'effleurage mobilise aussi légèrement les plans tégumentaires par

- *L'effleurage profond et
- *L'effleurage superficiel qui a une action cutanée et vasculaire.

-la friction aboutit à un entraînement des plans superficiels et musculaires par rapport au plan osseux. On attachera une particulière attention aux frictions qui sont décontractant et qui réduisent les points douloureux musculaire et ligamentaire. Ce la consiste à faire des foulages ponctuels, c'est-à-dire des foulages linéaires transversaux et foulages longitudinaux.

-la pression. Par la pression glissée profonde, on accède à une compression des plans superficiels et des plans musculaires. Il y a alors une expression liquidienne qui entraîne une accélération de la circulation sanguine de retour. Les pressions ont la réputation méritée d'être antalgiques et accessoirement décontracturantes

-le pétrissage. Comme nous l'avions dit précédemment, les effets varient selon la manipulation.:

- Le pétrissage transversal ou en torsion permet de réduire et d'atténuer les raideurs, les courbatures et les spasmes musculaires quand il est effectué à rythme lent. Avec un rythme vif, il tonifie le muscle. C'est donc un stimulant
- Le pétrissage en pincement facilite l'évacuation et la diffusion des déchets consécutifs à la contraction musculaire dans la circulation générale.
- Le pincement en roulement décongestionne les muscles en chassant la lymphe et en favorisant sa résorption. Il améliore aussi la nutrition et la régénération des tissus.

-les vibrations. Selon la technique utilisée, on obtient des effets variés.

- La percussion par compression et décompression avec inversion excite les barorécepteurs.
- La percussion digitale favorise la nutrition des tissus.

- Les hachures sont des stimulants car elles provoquent au niveau à traiter un important afflue sanguin.
- Le tapotement échauffe les muscles

7.6. INDICATIONS OPÉRATIONNELLES POUR LA RÉALISATION DU MASSAGE

Voici les différentes indications du massage (27) :

- Le massage doit être indolore
- Le massage est pratiqué chez un sujet sain pour le massage sportif
- L'intensité de la manipulation doit être progressive, puis régressive, c'est à dire on doit commencer et achever le massage par des manipulation douces comme les effleurages superficielles.
- Il faut masser en direction des collecteurs lymphatiques de la partie distale vers la partie proximale
- Il ne faut pas masser la région des ganglions lymphatiques
- Commencer la manipulation près de la racine du membre pour accéder progressivement à la région qu'on veut traiter. C'est le massage d'appel.
- Ce qui importe, ce n'est pas la reconstitution d'un geste mais la réalisation d'une action efficace, juste et valable. Le massage n'exige pas tellement de force mais l'emploi judicieux du corps, c'est dire qu'aucune discrimination sexuelle ne justifie.

On entend par auxiliaire, tout moyen qui aide à l'efficacité du massage. Ils sont d'une grande importance dans le cadre général de la pratique du massage: Ainsi nous avons :

- -Les auxiliaires physiques. De nombreux auxiliaires médicaux viennent normalement compléter les massages ou plus exactement, sont complétés par les massages. Il faudrait citer tous les moyens thérapeutiques utiles pour les soins de l'appareil locomoteur, c'est-à-dire :
 - La contention
 - L'immobilisation
 - La mobilisation passive ou active
 - Les mains doivent être soignées mais surtout elles doivent être chaudes et sèches. Le talc et les lubrifiants gras font partie de l'arsenal classique du massage
 - Avec les massages thérapeutiques il y a aussi l'utilisation des plantes médicinales

- -Les auxiliaires mécaniques du massage. Des appareillages mécaniques ont été proposés pour libérer le masseur ou en lui faire un auto massage. Ce sont les vibromasseurs.
- -Les auxiliaires sémiologiques s'utilisent surtout dans le massage thérapeutique. Ce sont les moyens de mesure comme le fil à plomb

Il est bon aussi de faire remarquer qu'on peut procéder à l'utilisation du miroir pour observer le sujet de face et de profil, avec, si possible des lignes horizontales et verticales concrétisées à la surface (5).

7.7. CONTRE INDICATION DU MASSAGE

Les massages n'ont que de rares contre indications. Les dangers résident surtout par le fait de leur emploi incontrôlé.

Il y a contre- indications des massages quand il faut éviter une action mécanique locale ou qu'il y a danger de substitution d'un autre traitement en psychothérapie en particulier.

Le massage est aussi contre indiqué quand il y a :

- Des blessures fraîches des vaisseaux musculaires, des régions tendineuse et ligamentaire, des déchirures musculaires et des plaies.
- Un foyer traumatique aigu, c'est-à-dire luxation, entorse grave, fracture, , ulcère, ostéoporose
- Fragilité structurelle : tumeur, cancer
- variqueux et perturbations capillaires.
- Un foyer inflammatoire évolutif
- Une dermatose infectée
- Une inflammation d'origine interne des os, des régions riches en lymphatiques (28), et surtout quand il a des hématomes.

On a exposé ci-dessus les indications et les contres indications pour la réalisation du massage, on va voir les différents types.

7.8. LES DIFFÉRENTS TYPES DE MASSAGES

7.8.1. Massages thérapeutiques

Très souvent, les massages améliorent l'évolution objective d'une affection et plus souvent encore, la vision subjective que s'en fait le malade. Mais il convient, précisément de distinguer ce qui revient au massage proprement dit à l'action des autres traitements qui lui sont généralement associés. L'étude des possibilités thérapeutiques peut être conduite

rationnellement. Les massages thérapeutiques sont par définition des actes médicaux authentiques. Ils exigent un diagnostic une étude comparative des traitements possibles avec leurs possibilités propres, leurs limites et leurs défauts, les compléments nécessaires et les adjuvants possibles. C'est dans cet esprit que le législateur a formellement prévu que les massages devaient être prescrits qualitativement et comme quantitativement après consultation médicale. Ceci implique un examen clinique complet, et si besoin biologique et radiologique engageant la responsabilité du médecin.

7.8.2. Massages hygiéniques

Le massage hygiénique désigne le massage général du corps humain, visant à l'entretien de la condition physique du sujet, considéré comme normal. Il s'y associe à la recherche du bien être, des soins de propretés tégumentaires d'entretien du corps et de récupération passive après l'effort. En effet le massage décape les plans superficiels de la peau, accélère la circulation et mobilise les différentes parties molles du corps. Ces actions sont en elles-mêmes recommandables pour l'hygiène, sous certaines réserves. Les massages entraînent une dépendance. Les soins donnés le sont passivement, ce qui est paradoxal pour l'entretien de la musculature volontaire. Par contre, il faut reconnaître aux massages des valeurs hygiéniques sur les plans suivants :

- Assistance cardio-pulmonaire avec gymnastique cardiaque
- Amélioration de la trophicité périphérique
- Equilibration tonique globale entraînant la régulation des cycles circadiens. (7)

7.8.3. Massages esthétiques

Il s'agit d'un traitement réparateur et de l'entretien des qualités de la peau par les massages. Les affections cutanées constituent un premier groupe d'affections où les massages s'imposent du fait même de la possibilité de localiser leur action sous les doigts.

Greffe : Il y a une interruption du revêtement cutané. Le massage vise à l'assouplissement du tissu conjonctif périphérique à la lésion, à l'augmentation de la circulation locale et à la rupture des adhérences avec décollement des plans profonds. Ces actions aident à une bonne cicatrisation. En cas de cicatrices adhérentes, vicieuses, chéloïdes, les massages peuvent aider à l'assouplissement des plans cutanés et à la liberté entre les différents niveaux.

Acné, séborrhée, dermatose peuvent bénéficier de massage en raison de l'expression cutanée de glandes, de l'amélioration de la circulation locale par vasodilatation et de l'effet calmant des manœuvres.

La cellulite ou infiltration cellulalgique et depuis longtemps le cheval de bataille de maints masseurs. Les massages luttent contre l'adiposité. (6)

7.8.4-Massage sportif

Chez les sportifs, on pratique un massage pour différentes raisons :

- Pour améliorer l'aptitude du sportif
- Pour favoriser la récupération
- Pour la restauration des différents organes après l'effort
- Pour prévenir les accidents musculaires et articulaires en favorisant la préparation de l'organisme à l'action brusque et violente
- Pour favoriser la rééducation fonctionnelle (12)

MASSAGE	MANIPULATION	CADENCE ET RYTHME	DUREE
AVANT EFFORT	Effleurage Pétrissage Effleurage	VIVE	5 à 15mn
PENDANT EFFORT	Pression glissée Pétrissage Friction + Effleurage	LENTE VIVE	2 à 3mn 1 à 2mn
APRES EFFORT	Effleurage Pression glissée Pétrissage Effleurage	LENTE	35 à 40mn

Tableau n° 2 Tableau montrant les types des manipulations lors du massage sportif avec la cadence et la durée

Il y a trois types de massage dans le monde sportif : le massage de récupération, le massage de préparation et le massage de réparation.

7.8.4.1. Massage de préparation

La préparation à l'effort doit être active, recrutant proportionnellement à l'élévation des rythmes cardio-respiratoires. Le massage de préparation favorise la capacité de performance, agit sur les systèmes nerveux du sportif et renforce aussi l'échauffement.

Lors de l'intervention du massage, il faut prendre en considération la pommade à utiliser et il ne faut pas faire un massage trop volumineux ou trop complet.

7.8.4.2. Massage de récupération

L'intervention du massage au niveau de la musculature aboutit à une décontraction objective : l'assouplissement de la musculature et l'accélération de l'élimination des substances de fatigue accumulées pendant l'effort.

Le massage accélère le processus de récupération entière de l'organisme et de la musculature après une charge d'entraînement ou une compétition. Le massage doit avoir lieu à la fin d'une récupération active. La cadence et le rythme doivent être lents. Le massage dure de 35 à 40 mn. Les manipulations commencent par l'effleurage suivi d'une pression glissée, de pétrissage et de friction et se termine par un effleurage.

Mode opératoire : le sujet en décubitus dorsal. On commence par la région abdominale, les membres inférieurs, puis la région thoracique, les membres supérieurs et le dos et les fessiers. L'intervention du massage entraîne une optimisation des fonctions neurovégétatives et favorise le sommeil réparateur.

7.8.4.3. Massage de réparation

Les atteintes traumatiques de l'appareil locomoteur relèvent traditionnellement des massages.

-**Les fractures** : pendant l'immobilisation plâtrée, il est impossible d'appliquer des massages locaux mais les massages à distance peuvent influencer favorablement le foyer de fracture : des manœuvres d'appel jointes à une cure déclive luttent favorablement contre l'œdème et améliorent la circulation sanguine au niveau du siège de la fracture, accélérant ainsi la formation du cal osseux. A la phase de la rééducation, avec musculation active et récupération de l'amplitude articulaire normale. Les massages accompagnent la kinésithérapie active : les massages à visée circulatoire pratiqués à distance améliorent la circulation locale et tonifient les muscles longtemps immobilisés et contrôlent leur valeur fonctionnelle.

-**Les luxations** ne requièrent aucun massage particulier, en dehors des soins accompagnant toute rééducation. Il en est de même pour les entorses graves mais les entorses simples bénéficient du massage à la phase initiale. Les massages permettent de lutter contre l'installation de l'œdème, améliorent les conditions de récupération par augmentation de la circulation locale.

-**Les ruptures musculaires**, lorsqu'elles surviennent chez un athlète de haute compétition, chez un sujet ayant besoin de toute sa capacité musculaire, et lorsqu'elles sont étendues nécessitent l'intervention chirurgicale d'urgence avec immobilisation. Les massages auront l'intérêt que l'on note après toute cure d'immobilisation. Les massages luttent contre l'organisation fibro-calcique de l'hématome musculaire à condition de rester très discrets et de ne pas remettre en cause le repos et l'immobilisation du muscle.

-**Courbatures et contractures** requièrent les massages musculaires qui améliorent la vasocirculation locale, comme dans tout trouble hypertonique.

8. HYPOTHESE

Après avoir vu de près l'anatomie du muscle et tout ce qui le concerne, nous avons cerné de près l'échauffement pour enchaîner sur la biomécanique de la course. L'étude de l'importance de la récupération dans le sport et des adjuvants de l'entraînement, nous ont permis de mettre en exergue le massage et ses différentes manipulations.

Nous sommes convaincus que le massage joue un rôle important non seulement dans la récupération de l'athlète mais aussi et surtout lors de la préparation. C'est pourquoi nous avançons comme hypothèse de travail : « Le massage est considéré comme un des moyens les plus efficaces pour la lutte contre la fatigue. Il est incontournable pour l'obtention d'une meilleure performance. »

CHAPITRE III : METHODOLOGIE

Dans ce chapitre, nous allons développer la partie méthodologique de notre recherche dont l'objectif consiste à vérifier les effets positifs du massage sur la performance des athlètes malgaches. Cette étude que nous allons approfondir portera particulièrement sur les muscles principaux des membres inférieurs comme le quadriceps et les ischio-jambiers.

Pour arriver à nos fins, nous pensons exploiter l'électromyographie et la dynamométrie

1-PROTOCOLE EXPERIMENTAL

1. 1. DEFINITION ET CHOIX DE L'ECHANTILLON

L'idéal pour notre expérimentation est l'application du massage sur un grand nombre de sportifs de haut niveau. Pour des raisons évidentes de praticabilité et surtout financières nous nous sommes limités à 8 athlètes de la ligue d'athlétisme d'Antananarivo Renivohitra. Initialement, nous avons voulu l'expérimenter sur une quinzaine d'athlètes mais devant le refus de certains athlètes et surtout des entraîneurs, nous nous sommes retrouvés à un nombre final de 8 personnes dont 3 hommes et 5 femmes. Ce sont 3 athlètes hommes du COSPEN, une athlète de l'ASUT et quatre athlètes féminins du Centre d'Entraînement d'Alarobia. Parmi ces athlètes certains sont affiliés à des clubs des autres régions autres qu'Antananarivo mais comme ils sont internes au CEA ou Centre d'Entraînement d'Alarobia, nous les avons considérés comme des athlètes d'Antananarivo.

Voici leurs caractéristiques :

1	Féminin	1,60	25	49	100m-200m	JIRAMA Toliara
2	Féminin	1,52	17	47	400m	A.C. Diana
3	Féminin	1,55	22	50	100m-200m	A.S.U.T.
4	Féminin	1,68	19	62	100m haies	3 F.A.N.S
5	Féminin	1.60	23	55	100m-200m	JIRAMA Toliara
6	Masculin	1,70	24	57	1.500m	C.O.S.P..N.
7	Masculin	1,72	23	67	100m-200m	C.O.S.P..N.
8	Masculin	1,65	22	60	200m-400m	C.O.S.P..N.

Tableau n°3 : Caractéristiques de l'ensemble des athlètes expérimentés.

SEXE	NOMBRE	AGE (An et mois)	POIDS	TAILLE (en m)
-------------	---------------	-----------------------------------	--------------	--------------------------------

Masculin	3	$\bar{X} = 23 \pm 0,22$	$\bar{X} = 52,6 \pm 5,85$	$\bar{X} = 1,69 \pm 2,88$
Féminin	5	$\bar{X} = 21,2 \pm 1,62$	$\bar{X} = 61,33 \pm 8,16$	$\bar{X} = 1,59 \pm 5,92$

Tableau n°4: Moyenne de l'âge, taille et poids des athlètes expérimentés

1. 2. QUESTIONNAIRE

Pour recueillir les renseignements de chaque athlète nous leur avons proposé un questionnaire. L'objectif du questionnaire est non seulement de tout savoir sur l'athlète mais aussi et surtout pour avoir un aperçu de l'habitude de ces sportifs vis à vis du massage.

Voici un modèle du questionnaire :

- Nom :
- Prénom :
- Date et lieu de naissance :
- Adresse :
- Club :
- Poids :
- Taille :
- Age :
- Sexe :
- Nom de l'entraîneur
- Epreuve
- Année de pratique :
- Meilleure performance :
- Date de début de la pratique d'athlétisme pour cette saison :
- Objectif de l'année :
- Fréquence hebdomadaire de l'entraînement :
- Prenez-vous des séances de massage ? :
 - OUI ou NON
 - SI OUI, qui est le masseur ? :
 - Types de manipulation :
 - Fréquence :
 - Durée :
- A quel moment ? :

Avant entraînement

Après entraînement

Entre les épreuves

- Quelles sont vos sensations après le massage ?:
- Pensez-vous que le massage vous aide à améliorer votre performance ? :
- Quel type de massage prenez-vous ? :

Massage de récupération

Massage de préparation

Massage hygiénique

- Avez-vous déjà rencontré des accidents musculaires ?

Merci de votre collaboration

1.2.1. Résumé des reponses

Et voici un résumé des réponses obtenues :

ATHLETE N°	Pratique du Massage	Fréquence	Types manipulation	Moment	Masseur	EPREUVES
1	NON					100 m 200 m
2	OUI	2x / semaines	Non précisé	Après entraînement	Traditionnelle	400m
3	NON					100 m 200 m
4	OUI	1 ou 2x / semaines	Non précisé	Après entraînement	Entraîneur	100 m Haies
5	NON					100 m 200 m
6	NON					1.500m
7	NON					100 m 200 m
8	OUI	Quelques fois		Après entraînement	Entraîneur	200 m 400 m
9	NON					100 m 200 m
10	NON					100 m 200 m

Tableau n°5 Résumé sur la pratique du massage chez les échantillons.

Sur les 10 athlètes qui ont reçu le questionnaire, seuls 3 seulement, c'est-à-dire 30 %, avaient l'habitude de se faire masser avec une fréquence variant d'une à deux fois par semaine. Ceci, nous permet de dire que le massage n'est pas encore une pratique habituelle

chez nos sportifs. Ce faible pourcentage peut s'expliquer par le coût d'une séance qui varie de 1.000 à 5.000 Ariary. D'après les masseurs kinésithérapeutes que nous avons consultés, une séance de massage complète coûte encore plus chère.

Et en plus, ces 3 athlètes n'étaient même pas capables de nous dire les types de manipulations effectuées. Ceci reflète la méconnaissance de nos sportifs sur la notion du massage alors que chaque manipulation a son importance lors du massage sportif.

Il y a aussi un point important à préciser, c'est que pour ces 3 athlètes, celui qui effectue le massage est plutôt l'entraîneur (2 athlètes) ou un masseur traditionnel (1 athlète). Nous pouvons interpréter cette pratique par la non existence d'un masseur spécialiste pour le sport. Les deux derniers athlètes de la liste ont par la suite refusé de poursuivre l'expérimentation.

2. LES MOYENS UTILISES POUR L'EXPERIMENTATION

L'électromyographie permet de faire une étude approfondie de la contraction musculaire. Par contre la dynamométrie permet de mesurer la force d'un muscle.

Pour ce faire nous avons projeté d'effectuer deux prises électromyographiques :

- la première prise lorsque le muscle est au repos
- la deuxième prise pour voir l'état du muscle tout de suite après la séance de massage.

Pour l'électromyographie, l'appareil que nous avons utilisé est celui du Centre de Rééducation de l'hôpital de Soavinandriana. C'est un des rares appareils d'électromyographie encore fonctionnels à Madagascar.

Pour la dynamométrie, malheureusement, c'est un appareil qui n'existe pas encore dans notre pays. Nous étions dans l'obligation d'utiliser le matériel adéquat de la salle de musculation de l'hôpital de Soavinandriana. Pour cela, nous avons opté pour le développé assis. Nous avons alors effectué deux prises de performance :

Le développé assis sans massage et

Le développé assis tout de suite après le massage, plus exactement 5 à 7 minutes après la séance de massage.

Le massage que nous avons effectué après l'échauffement renforce la tonicité du muscle, accélère la circulation sanguine et permet aussi d'éliminer les toxines contractées lors de l'échauffement. Il permet aussi une élévation de la vigilance et une vasodilatation des muscles qui facilite la contraction musculaire au niveau du quadriceps et de l'ischio-jambiers qui sont les muscles moteurs de la course à pied. La comparaison de la variation de la force soulevée

sans l'intervention du massage avec les résultats obtenus avec massage nous permettra de vérifier l'hypothèse de notre étude qui consiste à confirmer les bienfaits du massage sur la performance sportive.

Voyons de près alors, ce que c'est l'électromyographie.

3- L'ÉLECTROMYOGRAPHIE

3.1. HISTORIQUE

L'histoire de l'électricité animale appartient autant à la physique qu'à la physiologie. En 1789, Luigi GALVANI DE BOLOGNE, au cours d'expériences sur l'électricité atmosphérique, vit occasionnellement, le train postérieur d'une grenouille, suspendu à une balustrade de fer par un crochet de cuivre transfusant le plexus lombaire, se contracter toutes les fois que les membres touchaient les barreaux de la balustrade. Il comprit le déterminisme du phénomène : la contraction est due à la fermeture d'un circuit, dans lequel nerfs et muscles sont interposés, et elle se produit chaque fois que le circuit vient à être fermé. Une discussion mémorable s'ouvrit alors entre Galvani et VOLTA DE PAIE. Pour le premier, la source de l'électricité était intérieure à l'animal excité et il en voyait la preuve dans le fait qu'on peut provoquer la contraction en amenant les nerfs de la préparation au contact des muscles sans interpositions de métaux. Pour le second c'était le contraire, à l'union des deux métaux que prend naissance la force électromotrice qui produit l'excitation car le muscle entre aussi bien en contraction lorsqu'on applique sur son nerf les deux extrémités en contraction lorsqu'on applique sur son nerf les deux extrémités de l'arc métallique. De cette polémique entre tenant de « l'électricité animale » et tenant de « l'électricité métallique », c'est VOLTA qui sortit vainqueur en inventant la pile qui porte son nom. En fait, Galvani avait aussi raison, puisque, comme il l'avait pressenti, les tissus vivants sont générateurs d'électricité ainsi que le démontrèrent NOBILI (1828) et MATTEUCCI (1838) lorsqu'ils disposèrent de galvanomètres suffisamment sensibles. La célèbre expérience de Galvani est donc l'origine de l'électrophysiologie et de l'électrodynamique. (5)

Au cours de la première moitié du XIX^e siècle, l'électrophysiologie reçut ses assises des expériences fondamentales de MATTEUCCI, DUBOIS Raymond, L.HEMANN entre les mains desquels le muscle isolé de grenouille et la patte galvanoscopique : préparation nerf sciatique- muscle gastronémien se montrèrent un matériel propice :

1. Un muscle est sectionné transversalement ; on place une électrode sur sa surface intacte et une autre électrode sur sa surface de section ; en reliant les deux électrodes à un galvanomètre, on constate qu'un courant s'établit de l'électrode superficielle positive vers l'électrode profonde négative c'est le courant de repos.

2. Le nerf d'une patte galvanoscopique est déposé à la surface extérieure d'un muscle intact. Chaque fois que l'on fait contracter ce muscle, la patte galvanoscopique se contracte également. Ainsi, que l'avait annoncé Galvani, la contraction musculaire est génératrice d'électricité.

3. Lorsque le muscle se contracte, son courant de repos diminue d'intensité. La force électromotrice développée entre la superficie et la profondeur subit une «une variation négative». Le courant de repos ayant fait l'objet de discussions de certains physiologistes l'ayant considéré comme un artefact expérimental. La variation négative est le courant d'action.

4. L'application de l'oscillographie cathodique et des méthodes d'amplifications électroniques aux expériences d'électrophysiologie permet de démontrer que toutes les membranes cellulaires vivantes se comportent comme un pile dont le pôle positif est dirigé vers l'extérieur de la cellule et le pôle négatif vers son intérieur. C'est sur la fibre musculaire que les premières constatations de cet ordre ont été faites, ce qui a conduit à la notion de la polarisation électrique des membranes. Le terme « courant » a cédé le pas au terme « potentiel » et, pour toute cellule active, on parle de potentiel de membrane de repos ou d'action.

3.2. DÉFINITION

L'électromyographie est utile pour analyser les mouvements volontaires, automatiques et réflexes, pour déterminer, en particulier, les puissances musculaires agonistes et antagonistes, ainsi que les synergies motrices. En pathologie, c'est un procédé d'examen neurologique des atrophies neurogènes ou myogènes, des lésions du neurone moteur médullaire, sus cortical, cortical, des perturbations de la motricité volontaire. La courbe obtenue par une prise électromyographique est ***L'électromyogramme*** (E.M.G) c'est l'enregistrement musculaire. Elle consiste à enregistrer les potentiels propagés soit d'un groupe d'unités motrices c'est ***L'électromyographie globale***, soit d'une seule de ces unités c'est ***L'électromyographie élémentaire***. (1)

3.3. L'ÉLECTROMYOGRAPHIE ÉLÉMENTAIRE

L'électromyographie élémentaire est rendue possible par le synchronisme de l'activité des fibres d'une unité motrice lorsqu'elles se contractent sur ordre de leur motoneurone. De ce fait, une électrode au contact de plusieurs fibres d'une même unité capte les potentiels synchrones de ces fibres. Dans la pratique, on pique dans le muscle une électrode coaxiale constituée d'une aiguille dont la lumière contient un fil métallique isolé et dénudé à son extrémité seulement. On enregistre ainsi les variations de potentiel entre l'extrémité du fil au contact de l'unité, et le corps de l'aiguille plongée dans la masse musculaire. (2)

3.4. L'ÉLECTROMYOGRAPHIE GLOBALE

L'électromyographie globale est d'emploi courant. Deux électrodes métalliques de 1cm² sont fixées sur la peau à quelques centimètres d'une de l'autre, de façon à récolter les potentiels du territoire musculaire sous-jacent. L'avantage de cette technique transcutanée est son innocuité.

Avec les deux procédés on peut obtenir l'électromyogramme (E.M.G) des contractions volontaires ou réflexes chez l'homme, ainsi que celles provoquées par l'excitation transcutanée. (2)

3.5. LE SYSTÈME DE MESURE DE L'ÉLECTROMYOGRAPHIE

Le potentiel d'action qui se forme au sein de chaque fibre musculaire se répète suivant le rythme de l'excitation nerveuse. Par sommation électrique des différents potentiels d'actions, on obtient le potentiel total que l'on mesure à l'aide d'électrode de grande surface placées sur la peau recouvrant le muscle. Selon le nombre des unités motrices en activité, l'électromyogramme d'une contraction chez l'homme monte progressivement comme suit :

- -contraction faible
- -contraction moyenne
- -contraction forte
- -contraction très forte
- -contraction maximale

3.6 LE MUSCLE AU REPOS

On enregistre aucune activité musculaire. C'est normal, parce que pour qu'il y ait contraction, il faut comprendre quelques notions essentielles sur le concept de la polarisation électrique des membranes vivantes :

Il y a d'abord, la répartition inégale de charge électrique des fibres musculaires. Etant donné que Na^+ est surtout extra-cellulaire et K^+ intra-cellulaire, c'est le potentiel du repos. La stimulation physiologique de muscle serait ainsi due à une modification transitoire de la polarisation membranaire par l'influx nerveux. On est ainsi conduit à interpréter le potentiel d'action comme une égalisation. D'abord, nous avons une inversion, ensuite nous constatons des concentration ionique de chaque côté de la membrane. En conséquence, nous obtenons une augmentation passagère de la perméabilité de la membrane vis à vis des ions sous l'influence de l'excitation, c'est à dire des potentiels parvenant de l'extérieur à la surface de l'élément excitable .

La source d'énergie lors de la contraction est un corps chimique appelé triphosphate d'adénosine (ATP). Celui-ci se compose de trois acides phosphoriques dont l'énergie d'association est transférée aux ponts inter filamenteux entre la myosine et l'actine lors de la contraction. Ce processus s'accompagne de réactions complexes entre l'ATP diphosphates et de l'Adénosine (ADP) , avec association de l'acide phosphorique qui se dégage et déclenche pour finir un processus métabolique qui entraîne la réassociation du phosphore au diphosphate d'adénosine. Les réactions chimiques qui se déroulent au niveau de la membrane que l'on appelle pompe à sodium ou il se produit une certaine répartition des ions de sodium et de potassium entre l'intérieur et l'extérieur de la fibre. Les ions de sodium sont plus concentrés à l'extérieur et les ions de potassium à l'intérieur de la membrane. Il en résulte un processus chimique de diffusion de sodium vers l'intérieur et de potassium vers l'extérieur. Ce processus de diffusion d'ions est nécessaire à la formation du potentiel spécifique de l'excitation qui libère l'acétylcholine qui est un médiateur chimique produit par les nerfs au niveau de la plaque motrice qui entraîne la dépolarisation. De là naît le potentiel d'action qui se diffuse sur toute la membrane et agit sur le réticulum sarcoplasmique par l'intermédiaire du système tubulaire transversal appelé système T. Il en résulte un dégagement d'ions de calcium qui déclenche la contraction.

Ainsi que nous l'avons montré la coordination des contractions musculaires n'est possible que s'il y a transmission d'excitation. Alors que ce dernier est inobservable à l'état du repos, sauf dans certains états pathologiques. On enregistre à l'état de repos une activité

musculaire accrue. Nous n'allons pas nous étaler sur ce sujet car cela ne concerne pas notre objet d'étude.

3.7. LES DISPOSITIONS PRISES AVANT L'ETUDE ELECTROMYOGRAPHIQUE

Nous avons délibérément effectué la prise d'électromyographie à 15 heures pour deux raisons :

- D'abord, l'athlète a l'habitude de s'entraîner le matin donc le laps de temps nécessaire à la récupération avant la prise de E.M.G. est respecté. Il faut au moins trois heures.
- Dans l'après-midi, à 15 heures parce que c'est à cette heure-là que le muscle atteint sa vascularisation maximale car l'après-midi le muscle est en phase de récupération.

Pour faire une prise électromyographique, il faut prendre en compte les différents paramètres suivants :

- Il faut faire une localisation du muscle à étudier. Dans notre cas, c'est le domaine de la course, donc nous devons prêter attention beaucoup plus aux muscles des membres inférieurs, plus précisément aux muscles moteurs de la course qui sont les quadriceps et l'ischio-jambiers. Biomécaniquement parlé le quadriceps est un ensemble de muscles extenseurs et l'ischio-jambiers, un ensemble de muscles fléchisseurs.
- Il faut prendre en compte la durée de la prise. Dans notre cas c'était plus ou moins une seconde après l'intervention du massage. Le massage est un excitant transmis par voie cutanée et dans le cas du pétrissage il atteint le plan musculaire.
- Il faut aussi prendre en compte les données physiologiques comme l'irrigation sanguine et l'état du muscle.
- Ensuite, il faut prendre en compte l'état de réserve énergétique.
- Après, il faut faire une étude du muscle non-fatigué car la fatigue inhibe la contraction.
- La température et la chaleur favorisent la contraction musculaire et le froid par contre l'inhibe

- Il faut prendre en considération le nombre d'unité motrice. C'est un ensemble d'un axone et des fibres musculaires
- Le nombre de l'unité motrice varie selon les muscles. Il y en a 100 à 700 unités pour les muscles des membres
- La rhéobase est la durée du temps pour qu'il y a une contraction musculaire. La rhéobase est plus longue pour les muscles extenseurs que les muscles fléchisseurs.
- La chronaxie, c'est la durée ou il y a une double contraction par rapport à la rhéobase. La chronaxie est plus petite pour les fléchisseurs par rapport aux extenseurs.
- Il faut prendre en compte des électrodes exploratrices. Dans notre cas, on a effectué un E.M.G. globale, c'est-à-dire avec une utilisation de deux électrodes fixées à la peau pour étudier le muscle sous-jacent. Les deux électrodes sont placées de quelques centimètres l'une par rapport à l'autre.
- Emplacement des électrodes exploratrices :
 - sur le droit antérieur pour le quadriceps
 - sur le biceps fémoral pour le ischio-jambiers

Pour la prise d'électromyographie, la position du sujet joue un rôle important.

Pour l'étude des ischios-jambiers, le sujet doit être en position de décubitus ventral. Le genou en position neutre, c'est-à-dire que le sujet est étendu est relâché. L'électrode placée sur le biceps fémorale c'est-à-dire sur un chef musculaire, un tendon commun avec le semi-membraneux et le semi-tendineux.

Pour l'étude du quadriceps, par contre, la position est différente, le sujet doit être décubitus dorsal. L'électrode placée sur le droit de la cuisse qui recouvre en partie les autres muscles du quadriceps

3.8. RÉSULTATS ET INTERPRÉTATION DE L'ÉTUDE ÉLECTROMYOGRAPHIQUE APRÈS L'INTERVENTION DE MASSAGE

Dans notre étude nous allons effectuer une séance de massage de préparation chez les athlètes. L'objectif est de renforcer l'action de l'échauffement par le massage pour faciliter la contraction des muscles principaux : l'ischio-jambiers et le quadriceps. On tient à préciser que le massage pratiqué aux sportifs sains ne présente aucun danger selon SCHMIDT (27).

Les propriétés fondamentales du muscle sont le développement hautement spécialisé et différencié qui se caractérise par l'excitabilité se traduisant par la contractilité, la tonicité et l'élasticité mais surtout le muscle est l'effecteur des moto-neurones. Le muscle répond par une contraction à toute variation suffisamment rapide et ample à la fois par les changements des éléments constitutifs du milieu dans lequel il baigne. On alors une variation électrique et chimique qu'on a expliqué précédemment. Dans notre étude, nous avons choisi le massage comme un excitant, c'est une excitation transcutanée. La peau enregistre toutes les excitations venues de dehors pour lesquelles elle est réceptive comme l'air, la lumière, la chaleur, le froid et la pression. Comme organe sensoriel, la peau est sensible au contact et à la pression. Ainsi, nous commençons le massage par quelques effleurements pour déclencher l'excitation des terminaisons nerveuses sensibles et pour avoir une dilatation des vaisseaux sanguins et une augmentation de débit sanguin. Puis nous allons entamer sur le pétrissage au niveau des muscles. Les efforts longitudinaux comme l'effleurage n'entraînent pas d'effets particuliers sur le tonus. Ils aident à la circulation mais les manœuvres d'expressions comme les pétrissages sont bien mieux indiqués. Précisément, les pétrissages transversaux car l'étirement musculaire que provoque l'intervention transversale à la direction des fibres du muscle déclenchent sa contraction selon MORICE R (7). Et il y a aussi la propagation d'un champ électrique transversal, ce qui à l'avantage d'activer simultanément toute l'étendue de la membrane entourant les myofibrilles.

3.9-INTERPRETATION DES RESULTATS

Les contractions enregistrées sont normales chez les sportifs. C'est-à-dire qu'il n'y a pas de présence de traumatologie neuromusculaire.

.Voici des exemples d'E.M.G effectué chez les athlètes



Figure n°17: E.M.G Globale du quadriceps de l'athlète n°1

Au niveau du quadriceps, nous avons enregistré une moyenne contraction de 10 à 30.

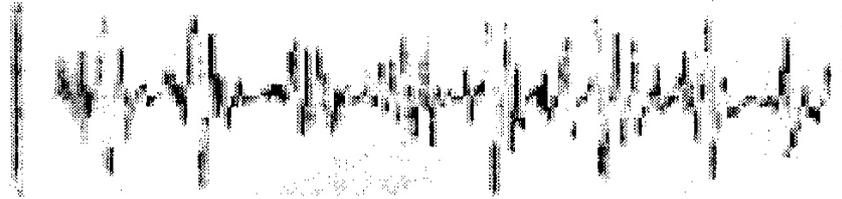


Figure n°18 : E.M.G Globale des ischio-jambiers de l'athlète n°1

Au niveau des ischios-jambiers, nous avons enregistré une forte contraction 30 à 50.

L'excitation du muscle par le massage est indirecte parce qu'on stimule le muscle par l'intermédiaire de son nerf. La durée idéale pour le massage de préparation est de 5 à 10 minutes. Car un massage trop long entraîne l'élévation de la température cutanée. Ce qui entraîne un relâchement musculaire. Alors nous avons massé les athlètes pour une durée de 7 minutes avec 2 minutes d'effleurage (tempo lent), 3 minutes de pétrissage transversal (vive) et 2 minutes d'effleurage (lent).

Les effleurements doivent être effectués au début et à la fin de chaque séance de massage. Ils prennent d'une part l'établissement de contact tissulaire général. Et d'autre part le déclenchement d'effets spécifiques liés aux massages. Les effleurements sont de faibles intensités. Ils restent donc sans effet au niveau musculaire. Dans le cas du pétrissage, il s'agit d'une technique plus profonde qui atteint le plan musculaire. Par son intensité brusque, il y a une variation électrique dans le milieu interstitielle, plus une excitation des terminaisons nerveuses.

Lors de la prise électromyographique après l'intervention du massage, la contraction musculaire enregistrée au niveau des ischio-jambiers est presque le double des contractions enregistrées au niveau de quadriceps.

Cela est due à fait que la chronaxie des ischio sont plus petits que celles des quadriceps. La chronaxie vient de mot « chrono = temps + axia = valeur » donc c'est la valeur du temps le plus petit qui détermine la vitesse de réponse d'excitabilité du muscle. Plus la chronaxie est petite, plus la réponse musculaire est rapide donc ils ont le potentiel d'action plus bref qui entraîne une contraction plus rapide.

On a enregistré une moyenne contraction chez les athlètes au niveau du quadriceps et une forte contraction au niveau des ischios. Cela s'explique par le fait qu'en général les muscles fléchisseurs ont des chronaxies plus petites que les muscles extenseurs.

4. MESURE DE LA FORCE MUSCULAIRE

On mesure couramment la force des sujets à l'aide des dynamomètres. Ce sont, pour la plupart, des ressorts dont les déformations sont proportionnelles aux forces qui les produisent. Les dynamomètres sont de constructions différentes et pour les mesures de la force musculaire, il s'agit de pressions ou de tractions. Au fil du temps de nombreux dynamomètres enregistreurs ou dynamographes se sont élaborés pour observer les variations de la force. Parmi les divers modèles, il y a ceux de MAREY, d'HESEHOUS, de GREHANT, de CHARLES Henri, de HULSS, de VERDI et de WALLER. Mais ces appareils, malgré leur ingéniosité, ne suffisent nullement à enregistrer toutes les forces et composantes des forces qui se manifestent au cours du travail sportif et dans les exercices divers. Selon les muscles à étudier, il y a différents dynamomètres. On mesure généralement la force des muscles fléchisseurs de l'avant bras à l'aide du sthenomètre de BLOCH, la force des muscles scapulaires à l'aide du griffe sthénométrique, la force lombaire par le dynamomètre de REGNIER et il exprime aussi la puissance des muscles extenseurs du tronc ainsi que des muscles sacrolombaires et dorsaux. (1)

4.1. RÉSULTATS ET INTERPRÉTATION DE L'ÉVALUATION DE LA FORCE

On mesure couramment la force des sujets à l'aide des dynamomètres. Ce sont les plus souvent des ressorts dont les déformations sont proportionnelles aux forces qui les produisent. Mais malgré nos recherches nous n'avons pas pu trouver un dynamomètre adéquat à la mesure de la force de la jambe. Alors nous avons évalué la force par les poussées de la jambe pendant le développé assis. D'abord, nous procédons sur la recherche de la valeur de la charge maximale des athlètes. Après, on leur fait répéter, en leur demandant d'exercer la force maximale successivement sans repos. Lors qu'ils n'atteignent plus leurs forces maximales, on procède au massage. Nous avons utilisé la salle de musculation au centre de rééducation de l'hôpital SOAVINANDRIANA. Le massage est assuré par le Docteur VIDIA, radiologue et masseur kinésithérapeute.

On a constaté qu'après répétition les athlètes n'atteignaient plus leur force maximale à la quatrième répétition. Cela est dû à la répétition sans intervalle de repos. Nous procédons alors tout de suite à un massage de l'athlète à la cinquième répétition. Nous procédons une séance de massage de la même façon que ce qui a été dit précédemment. Après le massage, l'athlète arrive plus ou moins à atteindre sa force maximale. Cela s'explique par l'effet du massage qui augmente la force et l'élasticité du muscle, avec une augmentation du débit sanguin et une élimination des toxines de fatigue selon ZABDLOWSKI (7). Ceux qui procurent une meilleure trophicité musculaire. Voici le tableau qui nous montre le processus d'évaluation de la force. Nous avons arrêté la prise de performance à la sixième répétition.

SUJET	Force Maximal e	Nombre de répétitions 1 ^{ère} x	2 ^{ème} x	3 ^{ème} x	4 ^{ème} x	5 ^{ème} x	6 ^{ème} x
1	100% 190	100% 190	100% 190	100% 190	94, 73 % 180	98, 47% 170	94, 73 % 180
2	240	240	240	240	91, 66% 220	87, 5% 210	95,83% 230
3	150	150	150	150	86, 66 % 130	66, 66% 100	80 % 120
4	220	220	220	220	90,90 % 200	81, 81% 180	95,45% 210
5	180	180	180	180	83 , 33% 150	77, 77% 140	94, 44% 170
6	160	160	160	160	87 , 5 % 140	75 % 120	81, 25% 130
7	250	250	250	250	88% 220	72% 180	80 % 200
8	140	140	140	140	78, 57% 110	71,42% 100	85, 71% 120
9	170	170	170	170	88, 23% 150	70, 58% 120	82,35% 140
10	200	200	200	200	95% 190	85% 170	90% 180

78→95% 66→89% 80→94%

Tableau n°6 : Tableau avec les variations de force des athlètes expérimentées.

Quand on étudie bien ce tableau, nous pouvons avancer que lors de la quatrième répétition dans l'ensemble, les athlètes arrivent à soulever une charge équivalente de 78 à 95 % de leur possibilité. Jusqu'à la troisième répétition, la valeur est maximale, c'est-à-dire 100 %.. En général, cette performance diminue de 66 à 89 % lors de la cinquième répétition. Après la

séance de massage, nous arrivons à une sixième répétition ou le niveau de performance ce situe à peu près à la même valeur qu'à la quatrième répétition.

Toutes ces données fortifient notre hypothèse que le massage accélère le temps de récupération et améliore la performance.

5. CHOIX DE L'ÉPREUVE DE L'EXPÉRIMENTATION

Notre recherche consiste à faire un essai d'études électromyographique et dynamométrique des effets du massage chez les athlètes. Malgaches. Pour ce faire, nous avons choisi la course de vitesse de 100m et de 200m pour l'ensemble des athlètes. Ceci est expliqué par le fait qu'il nous serait impossible de faire une vérification mathématique sur l'ensemble des résultats. Donc pour des raisons de praticabilité, nous n'avons utilisé que les performances de 100m et de 200m. Pour les autres athlètes, c'est-à-dire les spécialistes de 100 m haies, de 400 m et de 1.500m, nous avons seulement constaté une amélioration de leur performance.

N°	SPECIALITE	PERFORMANCE AVANT MASSAGE	PERFORMANCE APRES MASSAGE
2	400M	59'' 15	59'' 13
4	100M Haies	15'' 68	15'' 64
6	1.500m	3' 57'' 00	3' 56'' 07

Tableau n°7 Performances obtenues par les athlètes non spécialistes de 100 et 200 m, avant et après la séance de massage

Notre étude est axée sur le massage comme un moyen de préparation pour les athlètes. Nous avons un échantillon d'athlètes qui ont une fréquence d'entraînement de 5, 6 et 7 séances par semaine. Par des travaux de recherche antérieurs, il a été déjà vérifié les avantages du massage de récupération chez les athlètes Malgaches (23). C'est pourquoi, nous n'allons plus nous retarder sur ce point car nos résultats nous les confirment une fois de plus. Le massage améliore la performance des athlètes. Notre objectif est de vérifier les effets du massage avant la compétition

6- L'EXPÉRIMENTATION

6-1- DÉROULEMENT DE L'EXPÉRIMENTATION

Nous avons effectué notre expérimentation lors du championnat national avec notre échantillon. Nous avons pris avec nous un masseur kinésithérapeute pour assurer le massage.. Nous avons effectué un massage de préparation :

Types manipulations :

- Effleurage (rythme lent)
- Pétrissages (rythme vive)
- Effleurage (rythme lent)

Durée : 7 mn

Localisation : Au niveau du quadriceps et de l'ischio-jambier

Direction des interventions : Longitudinal pour les effleurages

Transversal pour les pétrissage

Intensité de la force appliquée : forte pour atteindre le niveau musculaire

Mode du déplacement du point d'application

Manœuvres élémentaire réalisées sur le mode continu mais par des actions asynergies

Lubrifiants : Huiles essentiel d'eucalyptus qui procure une meilleurs vasodilatation et défatiguant .

Nous avons effectué le massage lors de la finale des épreuves de spécialités de chaque athlète. En effet, ils étaient tous qualifiés pour la finale. Et la performance réalisée lors de la série nous servait de performance témoin. Nous avons procédé massage juste après l'échauffement et bien avant que la compétition débute. Il s'écoule 5 à 10 minutes environ entre la séance de massage et le signal de départ. En effet, nous admettons que l'intervalle de temps optimal entre la fin de l'échauffement et le début de la compétition est de 5 à 10 minutes car en ce laps de temps, la température musculaire n'est pas encore redescendu et donc le plein effet de l'échauffement sur la capacité de performance est maintenu. L'effet de l'échauffement persiste à un niveau relativement élevé pendant encore 20 à 30 minutes et n'est plus décelable seulement après 45 minutes. La température musculaire retrouve alors sa valeur de départ et à ce moment là, l'échauffement est insignifiant.

6.2. LES RÉSULTATS APRÈS L'EXPÉRIMENTATION

Les chiffres que nous avons obtenus, nous ont permis de dresser les tableaux suivants :

Epreuve 100 m	Performance sans massage	Performance avec massage
X ₁	12''62	12''58
X ₂	11''00	10''99
X ₃	11''75	11''69
X ₄	13''05	13''03
X ₅	13''35	13''30
X ₆	12''13	12''10
	$\bar{X} = 12''01 \pm 0''79$	$\bar{X} = 12''28 \pm 0''78$

Tableau n°8 : Résultats sur le 100mètres.

Les résultats au course de 200m, nous ont donné les chiffres suivants :

Epreuve 200 m	Performance sans massage	Performance avec massage
X ₁	26''84	26''81
X ₂	25''59	25''54
X ₃	22''40	22''36
X ₄	24''27	24''23
X ₅	27''21	27''18
X ₆	27''12	27''07
	$\bar{X} = 25''57 \pm 1''77$	$\bar{X} = 25''53 \pm 1''76$

Tableau n°9 Résultats sur le 200mètres.

6.3. VÉRIFICATION MATHÉMATIQUE

Nous allons traiter dans cette partie la vérification mathématique de notre expérimentation. Nous allons donc faire une comparaison des moyennes de performance avec massage et sans massage dans les épreuves de 100m et de 200m.

6.3.1. Comparaison des performances sur le 100m

Soit \bar{X}_{A_1} : La moyennes arithmétique des performances des athlètes sans massages

$G^2 X_{A_1}$ leur écart types

\bar{X}_{A_2} : La moyennes arithmétique des performances des athlètes avec massage

$G^2 X_{A_2}$ leur écart type

Posons notre hypothèse nulle $H_0(\bar{X}_{A_1} = \bar{X}_{A_2})$ en supposant qu'il n'y a pas d'amélioration de performances. Autrement dit le massage n'a aucune influence sur la performance des athlètes

Nous avons une échantillon avec $N=6$, d'où la variable utilisée est la variable « t » de STUDENT FISHER , avec $n_1=n_2=6$ et $G^2 X_{A_1} \neq G^2 X_{A_2}$ telle que

$$t = \frac{|\bar{X}_{A_1} - \bar{X}_{A_2}|}{\sqrt{G^2 X_{A_1} + G^2 X_{A_2}}} \times \sqrt{n}$$

et ceci doit être vérifié au seuil $\phi = 0,05$ avec $2n - 2$ de degré de liberté

Le résultat obtenu avec « t » calculée doit être comparé avec la valeur « t » tabulée de STUDENT FISHER égale à 2,04 au seuil de sécurité 0,05 ; $t(0,05 ; 40) = 2,04$ (47) avec « t » calculée « t » tabulé .

Nous avons obtenu les résultats suivants :

$$\text{Nous avons } \begin{cases} \bar{X}_{A_1} = 12,31 \\ G^2 X_{A_1} = (0,79)^2 = 0,624 \\ n_1 = 6 \end{cases} \quad \begin{cases} \bar{X}_{A_2} = 12,28 \\ G^2 X_{A_2} = (0,78)^2 = 0,608 \\ n_2 = 6 \end{cases}$$

$$t = \frac{|\bar{X}_{A_1} - \bar{X}_{A_2}|}{\sqrt{G^2 X_{A_1} + G^2 X_{A_2}}} \times \sqrt{n} = \frac{|12,31 - 12,28|}{\sqrt{0,624 + 0,608}} \times \sqrt{6}$$

$$= \frac{0,07}{1,10} \times 2,44 = 0,06 < 2,04$$

Nous avons trouvé que t calculé $< t$ tabulé donc notre hypothèse est à retenir c'est à dire le massage a une influence significative pour la préparation à l'effort sur la performance des athlètes.

6.3.2 Comparaison des performances sur le 200m

Soit X_{A1} : la moyenne arithmétique des performances des athlètes sans massage

GXA_1 leur écart types

X_{A2} : La moyennes arithmétique des performances des athlètes avec massage

GXA_2 leur écart type

Posons notre hypothèse nulle $H_0(X_{A1} = X_{A1})$ en supposant qu'il n'y a pas d'amélioration de performance. Autrement dit le massage n'améliore pas la performance des athlètes.

Nous avons une échantillon avec $n=6$, d'où la variable utilisée est la variable « t » de STUDENT FISCHER, avec $n = n_1 = n_2$ et $GXA_1 \neq GXA_2$ telle que

$$t = \frac{|X_{A1} - X_{A2}|}{\sqrt{G^2 X_{A1} + G^2 X_{A2}}} \times \sqrt{n}$$

et ceci doit être vérifié au seuil $\varphi = 0,05$ avec $2n - 2$ de degré de liberté

$$\begin{cases} X_{A1} = 25,57 \\ G^2 X_{A1} = (1,77)^2 = 3,13 \\ n_1 = 6 \end{cases} \quad \begin{cases} X_{A2} = 25,53 \\ G^2 X_{A2} = (1,76)^2 = 3,09 \\ n_2 = 6 \end{cases}$$

$$\begin{aligned} t &= \frac{|X_{A1} - X_{A2}|}{\sqrt{G^2 X_{A1} + G^2 X_{A2}}} \times \sqrt{n} = \frac{|25,57 - 25,53|}{\sqrt{3,13 + 3,09}} \times \sqrt{6} \\ &= \frac{0,04}{2,49} \times 2,44 \\ &= 0,03 < 2,04 \end{aligned}$$

Nous avons obtenu t calculé $< t$ tabulé donc notre hypothèse est à retenir c'est à dire le massage a une influence significative pour la préparation à l'effort sur la capacité de performance des athlètes.

CONCLUSION

D'après notre recherche le massage a un effet bénéfique sur l'échauffement musculaire. Il permet d'atteindre l'état optimal. En effet, il prépare les muscles à l'effort, et élimine en partie les toxines de fatigue contractée lors de l'échauffement. En plus, il agit sur le système nerveux de l'athlète et surtout c'est un moyen très efficace pour prévenir les blessures. Grâce à un entraînement bien planifié et avec une préparation adéquate lors de l'échauffement avant compétition, l'athlète peut atteindre l'état optimal et améliorer leur performance. L'athlétisme, activité de performance, par excellence, fait fortement appel aux processus énergétiques. Il intègre toujours dans ses objectifs le projet d'améliorer les capacités organiques et motrices par des phénomènes d'adaptation grâce à la planification de l'entraînement. Il exige une condition physique très élevée. Notre travail nous conduit à améliorer l'état avant compétition des athlètes par le massage de préparation qui augmente la force musculaire. En effet, ceci est confirmé après évaluation de la force de poussée des jambes suite à une séance de massage et par l'étude électromyographique qui nous montre que le massage améliore la trophicité des muscles principaux : le quadriceps et les ischio-jambiers. Ces derniers sont des muscles qui jouent des rôles essentiels lors de la course à pied.

BIBLIOGRAPHIE

1. AKOKA A. "Le médical du XX e siècle" Enc 22 Med TOC 1999, p. 243, p.78
2. ALBERT D « Appareil de laboratoire » Enc 42 Med TOC 1889. p.128-131
- 3 BOGEY M. « Manuel scientifique d'éducation physique » 5^e édition Chiron Masson et CIE. Paris 1948, p.116-118
3. CARNIER M « Dictionnaire des termes techniques de médecine » édition J. BALLIERE, Paris 1979, p 47, p 63
4. CRAPLET C. « Physiologie et activité sportive ». Edition De Doeck université, Paris, Bruxelles, 1999. p 32-36, p 77
5. FOXL D..MATHEWS K « Bases physiologiques de l'activité sportive » ed VIGOT, Paris 1979. p 52-55
- 6 .GERARD E. « les secrets du massage chinois » Edition Mineuva, Genève, Suisse 2003
- 7 .GORIOT G « Les fondamentaux de l'athlétisme » collection Sport + enseignement, sous la direction de la R.Thomas. p 77-89
- 8 KEUL.J "The relationship between circulation and metabolism during exercise" Edition med and Scie New York 1973, p 33, p 216-218
- 9 KUHN.W « Problematik der regeneration im training und wettkampf aus bio chemischer und physiologischer » Edition LeistungSSport Berlin 1973, p 140, p 112
- 10 KUNTOFF.D. "Analysis of the velocity curve in sprint running" Edition J.B Ballière Paris 1975, p 175, p 121, p 52-56. p 122-124
11. LUDWIG.G. "Koordinativ motorische vervollkmnning im sportunterricht der unterstufe" Edition KK, Becheft Berlin 1979, p 122, p 44
12. MAINI J..F, LEGER L, CAZORLA D. « Evaluation de la valeur physique » Id IN SE P Publication, New-York 1989, p 55, p 87-89
13. MATWEIJEWL. L "Periodisierung des sportlichen trainings" Edition Bartels and wernitz, Berlin 1838, p 55, p 44-47
14. MASSEY.B JOHNSON.W.G. "Effect of warm up exercise upon muscular performance" Edition Research Quart, New York 1961, p 63, p 75, p 68
15. NITSCHKE. E "Effects of preliminary passive warming", Edition (Hrsg) Limpert, Frankfirt 1983, p 331, p 224
16. NÜCKER.J "Physiologie der Leibesübungen" Enke Edition, Stuttgart 1976, p 42, p 129-131

17. PETTINGER.J "Warm up problems in determining its effects on competitiveness and performances" Keil Edition, Stuttgart 1968, p 115, p 33-35
18. ROLLOF.K "Möglichkeiten des aufwärmens vor wettkämpfen und ihre effektivität" Edition Lehre der leichtathletik Berlin 1976, p 413, p 111-114
19. ROTH.J., VOSS.B, UNVERRICHT.A."Untersuchungen über den einfluss von massagen, édition Lehre der leichtathletik Berlin 1976, p 217
20. STEGEMANN.J "Leistungs physiologie" Thime Stuttgart 1972, p 212, p 142-145, p 32-37
21. STOBOY.H "Neuromuskuläre funktion und Körperliche Leistung". Zentrale themen der sportmedizin, W.(Hrsz) New York 1972, p 77-79
22. TALYSCHJOW, F. "training und wiederherstellung lehre der leichtathletik" für sportmedizin stuttgart 1973, p 47-52
23. THOMAS M. « Préparation psychologique du sportif » Ed VIGOT, Paris 1982, p 24, p 72-75, p 44
24. WINTER E « MASAGES et Approche des cinorthèses » éditions chiron, Paris 1975. p 34, p 62, p 77, p 99.
25. WINWOOD R.S. « Manuel d'anatomie et de physiologie à l'usage des professions paramédicales » Ed D.H.F.K.Leipzig, Paris 1973 , p 122-124.
26. WOLKOW.N "Erkundung und wiederherstellung im sport" Z. Schr, Lisbonne 1974, p 170, p 133
27. ZIESCHANG.K "Aufwärmen bei motorischem lerner, training und wettkampf" Sportwissenschaft 2/3 Berlin 1978, p 242, p 117-119.

MEMOIRES

28. RAHARIVELOMAMONJY B « Le développement des possibilités aérobies par la vitesse aérobie », mémoire de CAPEN.1999.
29. RANDRIANARISOA P C, « Le Massage comme élément de l'entraînement moderne » mémoire de CAPEN .1993 ,pages 33-34.

DOCUMENTS

30. ESTRADERE D « Du massage, son historique, ses manipulations, ses effets physiologiques et thérapeutiques » édition E de Bocard, thèse Paris 1863. p 76-78.
31. « L'association malgache des infirmières masseurs" centre national d'apprentissage orthopédique MIN 7-1 » p 97-99, p 38-41.
32. ROBERT T « Encyclopédie médicale » EMC 21.Med TOC 1982 p.211-213

ANNEXES

Annexe I : Liste des figures

Figure n°1 : Représentation schématique (a) structure du muscle et (b) de la surface de section du muscle squelettique (4).....	9
Figure n°2 : Schéma du réticulum sarcoplasmique (31).....	10
Figure n°3 : Reconstitution de réserve d'énergie (31).....	11
Figure n°4 : les tubules transverse et le réticulum sarcoplasmique (4).....	12
Figure 5 : Rôle de l'échauffement dans la performance en sprint d'après Asmussen-Boje, dans Holiman-Hettinger (19).....	18
Figure n°6 : Le quadriceps et les autres muscles superficiel à la face antérieure de la cuisse. (12).....	24
Figure n°07 : Les ischio-jambiers et les muscles fessiers (12).....	25
Figure n°08 : Manœuvre synergique (6).....	36
Figure n°9 : Effleurage (7).....	38
Figure n°10 : Frictions et foulages digitales (7).....	40
Figure n°11 : Pressions (7).....	41
Figure n°12 : Manœuvre asynérigique (6).....	42
Figure n°13 : Pétrissages (7).....	43
Figure n°14 : Mode non continu (9).....	44
Figure n°15 : Vibration (7).....	45
Figure n°16 : Percussions (7).....	46
Figure n°17: E.M.G Globale du quadriceps de l'athlète n°1.....	67
Figure n°18 : E.M.G Globale des ischio-jambiers de l'athlète n°1.....	68

Annexe II : Liste des Tableaux

Tableau n°01 : Amélioration du temps de cours par rapport à l'échauffement.....	18
Tableau n° 2 Tableau montrant les types des manipulations lors du massage sportif avec la cadence et la durée.....	54
Tableau n°3 : Caractéristiques de l'ensemble des athlètes expérimentés.....	57
Tableau n°4: Moyenne de l'âge, taille et poids des athlètes expérimentés	58
Tableau n°5 Résumé sur la pratique du massage chez les échantillons.....	59
Tableau n°6 : Tableau avec les variations de force des athlètes expérimentées.....	70
Tableau n°7 Performances obtenues par les athlètes non spécialistes de 100 et 200 m, avant et après la séance de massage.....	71
Tableau n°8 : Résultats sur le 100mètres.....	73
Tableau n°9 Résultats sur le 200mètres.....	73

TABLE DES MATIERES

RESUME

INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE I.....	3
1. Présentation de la recherche	3
2. Objet d'étude	4
3. Praticabilité	5
4. Intérêt du sujet	6
5. Limitation du sujet	6
6. Problématique.....	6
Chapitre II : CADRE THEORIQUE.....	8
1. Le Muscle.....	8
1.1-L'anatomie du muscle.....	8
1.2. Fondements électrophysiologiques et biochimiques.....	10
1.2.1. Biologie moléculaire de la contraction	10
1.2.2. Source d'énergie de la contraction musculaire	11
1.2.3. Le mécanisme intime de la contraction	11
1.2.4. Les différents facteurs limitant la contraction musculaire.....	12
2. La signification de l'échauffement pour la performance sportive.....	14
2.1. Définition et buts de l'échauffement.....	14
2.2. Types d'échauffement.....	14
2.3. Bases physiologiques de l'échauffement.....	15
2.3.1. Les effets de l'échauffement général actif.....	15
2.3.2. Les effets de l'échauffement actif spécifique.....	16
2.3.3. Relation entre capacité de performance et de la température.....	17
3. L'efficacité de l'échauffement en fonction de différents facteurs endogènes et exogènes.....	19
3.1. Facteurs endogènes.....	19
3.2. Facteurs exogènes.....	20
4. Aspect biomécanique de la course	21
4.1. En général	21
4.2. DIFFERENCES ENTRE Courses de vitesse ET DE DEMI-FOND.....	22
4.3 Etude anatomique du quadriceps et de l'ischio- jambier.....	22
4.3.1. Le quadriceps.....	22
4.3.2. Les ischio- jambiers	24
5. Fatigue et capacité de performance sportive	26
5.1. Définition	26
5.2. Modes de fatigue	26
5.2.1. La fatigue aiguë périphérique	26
5.2.2. La fatigue aiguë centrale	28
5.2.3. Le surentraînement	29
6. Repos et récupération après un exercice sportif et leur importance sur la capacité de performance sportive	29
6.1. L'importance de la mesure de récupération active	30
6.2. L'importance des mesures de récupérations passives	31
6.2.1. Sauna ou bain de vapeur	31
6.2.2. La douche écossaise	31

6.2.3 L'importance du sommeil pour la récupération	31
6.2.4. L'importance des mesures de récupération psychologique	32
7. LE MASSAGE.....	33
7.1. Historique.....	33
7.2. Définition.....	34
7.3. Les manipulations fondamentales	35
7.3.1. Les manœuvres simples, réalisé sur mode continu.....	36
7.3.1.1. EFFLEURAGES.....	37
7.3.2.2. FRICTIONS.....	39
7.3.2.3 PRESSIONS.....	40
7.2.3.4 PETRISSAGES.....	42
7.3.2. Manœuvres simples réalisées sur un mode non continu	44
7.3. 2.1 VIBRATIONS.....	44
7.3.2.2 PERCUSSIONS.....	45
7.4. Les composantes spatio-temporelles et mécaniques.....	47
7.4.1 Composantes spatio-temporelles	47
7.4.1.1. La localisation.....	47
7.4.1.2. Le rythme.....	47
7.4.1.3. La direction des interventions.....	47
7.4.2 Composantes mécaniques.....	48
7.4.2.1. Action de l'intensité de la force appliquée.....	48
7.4.2.2. Déplacement du point d'application.....	48
7.4.2.3. Combinaison des forces.....	49
7.5. Les effets physiologiques du massage.....	50
7.6. Indications opérationnelles pour la réalisation du massage.....	51
7.7. Contre indication du massage	52
7.8. Les différents types de massages.....	52
7.8.1. Massages thérapeutiques.....	52
7.8.2. Massages hygiéniques.....	53
7.8.3. Massages esthétiques	53
7.8.4-Massage sportif.....	54
7.8.4.1. Massage de préparation	55
7.8.4.2. Massage de récupération.....	55
7.8.4.3. Massage de réparation	55
8. HYPOTHESE.....	56
Chapitre III : METHODOLOGIE.....	57
1-PROTOCOLE EXPERIMENTAL.....	57
1. 1. DEFINITION ET CHOIX DE L'ECHANTILLON.....	57
1. 2. QUESTIONNAIRE.....	58
1.2.1. Résumé des reponses.....	59
2. LES MOYENS UTILISES POUR L'EXPERIMENTATION.....	60
3- L'électromyographie.....	61
3.1. Historique	61
3.2. Définition.....	62
3.3. L'électromyographie élémentaire.....	63
3.4. L'électromyographie globale.....	63
3.5. Le système de mesure de l'électromyographie.....	63
3.6 Le muscle au Repos	63
3.7. LES DISPOSITIONS PRISES AVANT L'ETUDE ELECTROMYOGRAPHIQUE.....	65

3.8. Résultats et interprétation de l'étude électromyographique après l'intervention de massage	67
4. Mesure de la force musculaire	69
4.1. Résultats et interprétation de l'évaluation de la force	69
5. Choix de l'épreuve de l'expérimentation.....	71
6- L'Expérimentation.....	72
6-1- Déroulement de l'expérimentation	72
6.2. Les résultats après l'expérimentation.....	73
6.3. Vérification mathématique	73
6.3.1. Comparaison des performances sur le 100m.....	74
6.3.2 Comparaison des performances sur le 200m.....	75
CONCLUSION.....	76

BIBLIOGRAPHIE