

Université Abderrahmane Mira de Bejaia
Faculté des Science Humaines et Sociales
Département des Sciences et Techniques des Activités Physique et Sportives



Mémoire de fin d'études
En vue de l'obtention du diplôme de Master
En Sciences et Techniques des Activité Physiques et sportives

Spécialité : Entraînement Sportif D'Elite

THEME

Variation de la fréquence cardiaque
des judokas algériens au cours
de la période compétitive
(Cas des clubs CRBDB d'Alger et NRAS
de Ghardaïa)

Présenté par :

Cherifi Khalili

Sous la direction de :

Dr. Benosmane A /Malik Bachir

Année universitaire : 2017 /2018

REMERCEMENTS

Louanges à dieu qui nous a donné la force
Pour terminer ce modeste travail.

Toutes nos infinies gratitudees à notre promoteur,
Dr A. B. Benosmane pour ses aides précieuses.

Nos remerciements s'adressant aussi monsieur
DJAMEL Djennad et à tous nos enseignants du
département l'EPS Bejaia







Enfin nous remercions tous ceux qui ont contribués de
près ou de loin à l'élaboration de ce modeste travail.
Veuillez agréer l'expression de nos profondes gratitudees
et respects.



CHERIFI KHALILI

Dédicace

Je dédie ce modeste travail:

-  *A mes chers parents BRAHIM et BIA, que j'aime beaucoup. aucun mot ne Peut exprimer ce que je ressens pour eux. Qu'ALLAH fasse que je les garde plus longtemps*
-  *A ma chère femme SAFIA*
-  *A ma petite famille frères et sœurs*
-  *A toute la famille: CHERIFI*
-  *Et surtout à KINZI Kosaila, NOREDDIN Beghbagha , AHMED Rasnaama, MOHAMED Kerbouch, HAMID Tahtah, MOHAMED Zaabi,HACEN Babaouamar, ZAKARIA Bouchen, MUSTAPHA Zaoui, NAIMA Djebari, FATIMA Laouadj et à mes collègues de spécialité*
-  *Et enfin je dédie ce modeste travail à tout ceux qui a m'ont aidé de près ou de loin à sa réalisation*

CHERIFI KHALILI

Sommaire

- Dédicaces
- Remerciements
- Introduction 1

Première Partie : Approche bibliographique

Chapitre I : fondements méthodologiques de l'entraînement

- 1.1. Fondements méthodologiques de l'entraînement 3
- 1.1.1. Définition de concept d'entraînement 3
- 1.1.2. Le judo 4
 - 1.1.2.1. Définition 4
 - 1.1.2.2. Historique 4
 - 1.1.2.3. Environnement du judoka 6
 - 1.1.2.4. Analyse de l'effort judo 6
 - 1.1.2.5. Les qualités physiques du judoka 7

Chapitre II: Approche historique et anatomique de la fréquence cardiaque

- 1.2. La fréquence cardiaque, histoire et anatomie 10
- 1.2.1. Approche historique de la fréquence cardiaque 10
- 1.2.2. Anatomie du système nerveux autonome (sna) 13

Chapitre III: Aperçu physiologique sur la fréquence cardiaque

| | |
|---|-----------|
| 1.3. La fréquence cardiaque | 16 |
| 1.3.1. Qu'est-ce que la fréquence cardiaque ? | 16 |
| 1.3.2. Mesure de la fréquence cardiaque. | 16 |
| 1.3.3. Le débit cardiaque | 17 |
| 1.3.4. Fréquence cardiaque de repos | 18 |
| 1.3.5. Fréquence cardiaque maximale | 19 |
| 1.3.6. La Réserve de la Fréquence Cardiaque | 20 |
| 1.3.7. Variation de la fréquence cardiaque lors d'une activité physique | 22 |
| 1.3.8. La fréquence cardiaque (FC) fidèle reflet de la consommation d'oxygène | 23 |
| 1.3.9. Comment utiliser la FC sur le terrain | 24 |
| 1.3.10. Le cardiofréquencemètre | 24 |
| 1.3.11. Quand et comment utiliser les tests | 26 |
| 1.3.12. Description des tests et des mesures | 26 |
| 1.3.13. Les paramètres affectant la mesure de la FC | 27 |
| 1.3.13.1. Les paramètres liés à l'état général du sujet | 27 |
| 1.3.13.2. Les paramètres liés au sujet au moment de la mesure | 28 |
| 1.3.13.3. Les paramètres liés à l'environnement | 30 |

Deuxième Partie : Méthodologie de la recherche, moyens et méthodes

Chapitre I : Méthodologie de la recherche

| | |
|-----------------------------------|-----------|
| 2.1. Organisation de la recherche | 31 |
| 2.1.1. Problématique | 31 |
| 2.1.2. Hypothèses | 31 |
| 2.1.3. Objectifs | 32 |
| 2.1.4. Tâches | 32 |

Chapitre II:moyens et méthodes

| | |
|---|-----------|
| 2.2. Méthodologie de l'expérimentation | 33 |
| 2.2.1. Moyens et méthodes utilisés | 33 |
| 2.2.1.1. Moyens humains | 33 |
| 2.2.1.2. Moyens matériels | 33 |
| 2.2.2. Organisation de l'expérimentation | 38 |

Troisième partie : Interprétation et discussion des résultats

| | |
|--|-----------|
| 3.1. Etudes à travers le teste spécifique effectuées chez les judokas | 40 |
| 3.1.1. Comparaison des valeurs de la fréquence cardiaque obtenue au test de judo | 40 |
| 3.1.1.1. Comparaison des valeurs de la fréquence cardiaque obtenue au (T1) et (T2) | 40 |
| 3.1.1.2. La fréquence cardiaque maximale en fonction l'âge | 41 |
| 3.1.2. Comparaison des valeurs du nombre d'Uchi-komi | 42 |
| 3.1.2.1. Comparaison des valeurs du nombre d'Uchi-komi (T1) | 42 |
| 3.1.2.2. Comparaison des valeurs du nombre d'Uchi-komi (T2) | 43 |
| 3.1.2.3. Comparaison des valeurs du nombre d'Uchi-komi entre (T1) et (T2) | 44 |
| 3.1.3. Comparaison des valeurs de l'IMC et l'IDE | 46 |
| 3.1.4. Etudes à travers le questionnaire | 48 |
| | |
| 3.2. Discussion | 51 |
| | |
| 3.3. Conclusion | 54 |
| Bibliographie | |
| Annexe | |
| Résumé | |

La liste des tableaux

| N° | Titre de tableau | Page |
|----|---|------|
| 01 | Les valeurs moyennes de la fréquence cardiaque obtenues lors des deux sessions de test. | 41 |
| 02 | la moyenne de la fréquence cardiaque maximale des judokas par catégorie d'âge | 42 |
| 03 | : Les valeurs moyennes du nombre d'Uchi-komi obtenues au test de judo (T1) et (T2) de chaque palier | 46 |
| 04 | La moyenne de l'IMC des judokas par catégorie de poids | 47 |
| 05 | La moyenne de l'IDE des judokas par catégorie de poids | 47 |

La liste des figures

| N° | Titre de figure | Page |
|----|---|------|
| 01 | Stratification des facteurs individuels de la performance chez le judoka | 8 |
| 02 | . Illustration de Stephen Hales en mesurant la Pression Artérielle (PA) et ces réglages chez le cheval à l'aide d'un tuyau de cuivre placé directement sur la carotide | 11 |
| 03 | Place du SNA dans l'organisation structurale du système nerveux | 13 |
| 04 | Innervation autonome du cœur | 15 |
| 05 | Evolution de la Fréquence Cardiaque de Repos au cours de la vie | 18 |
| 06 | Evolution de la Fréquence Cardiaque Maximale au cours de la vie | 20 |
| 07 | Evolution de la Réserve de la Fréquence Cardiaque sur une saison | 21 |
| 08 | Pyramide de correspondance VO ₂ /FC | 24 |
| 09 | Cardiofréquencemètre mesurant la FC au bout des doigts, le Micro Heart Pulsar. Fonctionnant avec des batteries, ce cardiofréquencemètre fut développé à l'université d'Oulu | 25 |
| 10 | Sport Tester PE2000. Le premier cardiofréquencemètre au monde sans fil | 25 |
| 11 | Altérations liées à l'âge et au sexe dans la variabilité de la fréquence cardiaque | 27 |
| 12 | Matériels utilisé pour les mesures anthropométriques | 34 |
| 13 | : L'emplacement et le matériel utilisé pour le cardiofréquencemètre | 36 |
| 14 | Les valeurs moyennes du nombre d'Uchi-komi obtenues au test judo (T1). | 43 |
| 15 | Les valeurs moyennes du nombre d'Uchi-komi obtenues au test judo (T2). | 43 |
| 16 | Comparaison Les valeurs moyennes du nombre d'Uchi-komi obtenues entre les deux tests de judo (T1) et (T2). | 44 |
| 17 | Comparaison La moyenne des totaux du nombre d'Uchi-komi obtenues entre les deux tests de judo (T1) et (T2). | 45 |
| 18 | Pourcentage type de fatigue | 48 |
| 19 | Pourcentage de la sensation de fatigue | 49 |
| 20 | Pourcentage du niveau de compétition conforme au test | 50 |
| 21 | Pourcentage de similitude du test aux compétitions | 50 |

List des abréviations

ASR = Arythmie Sinusale Respiratoire
BPM = Battement par minute
CE = Charge d'entraînement
CO₂ = Dioxyde de Carbone
ECG = Electrocardiogramme ou Electrocardiographe
FC = Fréquence Cardiaque
FR = Fréquence Respiratoire
HF = Puissance de la bande Haute Fréquence (High Frequency)
LF = Puissance de la bande Basse Fréquence (Low Frequency)
NS = Nœud Sinusal
O₂ = Dioxygène
PA = Pression Artérielle
PP = Période précompétitive
PC = Période compétitive
Q_c = Débit Cardiaque
SCV = Système Cardiovasculaire
SN = Système Nerveux
SNA = Système Nerveux Autonome
SNC = Système Nerveux Central
SNP = Système Nerveux Parasymphatique
SNS = Système Nerveux Sympathique
SNV = Système nerveux autonome
VES = Volume d'Ejection Systolique
VFC = Variabilité de la Fréquence Cardiaque
VG = Ventricule Gauche
VTD = Volume Télé-Diastolique
VTS = Volume Télé-Systolique

Introduction

Introduction

La réalisation d'une performance sportive nécessite une prise en compte exclusive d'une multitude de facteurs. En revanche la négligence d'un seul de ses facteurs fait encourir le risque de réaliser une contre-performance notoire.

Le judo, littéralement voie de la souplesse, est un art martial et un sport de combat d'origine japonaise, fondé par Jigoro Kano en 1882. Il se compose pour l'essentiel de techniques de projections, de contrôles au sol, d'étranglements et de clefs. [1]

La pratique du judo est très physique et sollicite l'ensemble de l'organisme. Ce sport fait travailler les membres de manière homogène. Il développe la qualité gestuelle, la mise en place du schéma corporel, et améliore la perception du corps dans l'espace.

La performance sportive du judoka repose sur des facteurs qui lui sont propre. Il s'agit des facteurs individuels relevant des composantes biologiques, psychologiques, techniques et tactiques.

Ces différents facteurs peuvent être stratifiés d'une analyse de la performance sportive. Les facteurs biologiques ou physiques constituent en effet la base des capacités de performance chez le judoka. Les qualités physiques du judoka sont les garantes de l'expression efficace des autres qualités. Elles constituent le socle sur lequel reposent ses dernières. Contrairement à beaucoup de sport, un excellent technicien en judo ne peut œuvrer si son adversaire le domine bien physiquement. C'est la nature du sport qui impose cela, car il s'agit d'un sport de combat (contact). [12]

L'analyse de la littérature nous a révélé qu'il existe un nombre de données limitées sur le contrôle de l'entraînement et la forme physique des judokas par le biais des marqueurs physiologique.

La démarche scientifique de ce travail de mémoire s'est inscrite dans la compréhension des mécanismes physiologiques impliqués dans le contrôle et la gestion de l'entraînement et la compétition des judokas de niveau régional.

Dans la première partie, nous avons traité les différents concepts abordés dans ce travail dans un cadre théorique à travers l'analyse de la revue bibliographique récente et variée. Celle-ci, a été scindée en trois chapitres distincts.

Le 1^{er} chapitre dresse un aperçu méthodologique du concept d'entraînement des judokas ainsi que le profil physique du judoka.

Le 2^{ème} chapitre apporte une approche historique et anatomique de la fréquence cardiaque.

Le 3^{ème} chapitre apporte un aperçu physiologique détaillé sur la fréquence cardiaque et son impact sur l'entraînement sportif et comment la mesurer.

La deuxième partie a été consacrée à la méthodologie de la recherche. Elle comporte deux chapitres. Le premier expose les hypothèses, les objectifs et finalement les tâches. Le deuxième aborde les moyens et les méthodes utilisées dans l'accomplissement des tâches programmées.

Enfin, la troisième partie consiste à recueillir les résultats des tests réalisés sur le terrain (par le cardiofréquencemètre), les organiser sous forme de tableaux, de graphes etc., les interpréter et les discuter afin de confirmer ou d'infirmer les hypothèses présentées.

Première Partie :
Approche Bibliographique

Chapitre I :
Fondements méthodologique de
l'entraînement

1.1. Fondements méthodologiques de l'entraînement

1.1.1. Définition de concept d'entraînement

Matveiv (1983), définit l'entraînement comme étant le processus de développement et d'amélioration graduelle. L'entraînement sportif est tout ce qui comprend la préparation physique, technico – tactique, intellectuelle et moral de l'athlète à l'aide d'exercices physiques. Il a une perspective d'amélioration, progression de façon graduelle. Prise en compte de la dimension de la compréhension morale de l'athlète. [51]

Weineck (1997), détermine l'entraînement comme un processus de développement ordonné, contrôlé et réglé des capacités fonctionnelles de l'homme. Il intervient dans différents domaines et sollicite différentes qualités physiques, en vue d'atteindre un niveau plus ou moins élevée dans la discipline considérée ». [73]

Manno (1989), considère que l'entraînement sportif a pour objet de développer les adaptations nécessaires à l'organisme pour qu'il produise un effort approprié à la discipline pratiquée. Le développement des adaptations est provoqué par des stimuli biologiques qui sollicitent une réaction organique, physique et affective. [47]

En spécifiant qu'en fonction des capacités physiques du sujet et des expériences de la performance visée ; Cazorla (1989), estime que le but de l'entraînement est donc d'amener le sportif au mieux de son état de forme pendant les périodes de compétition les plus importantes. [15]

1.1.2. LE JUDO

1.1.2.1. Définition

Le terme judo est un mot japonais qui signifie littéralement la voie ou l'art de la souplesse, ou de l'adaptation. Le judo est un art martial et un sport de combat d'origine japonaise, fondé par Jigoro Kano en 1882. Il se pratique à mains nues, sans porter de coups et dont le but étant de faire tomber ou d'immobiliser son adversaire. [54]

En outre DONZEL J. à rapporter que l'activité du judoka est caractérisée par une succession d'efforts statiques et dynamiques. Ce qui augmente les besoins des muscles en oxygène et en nutriments, d'où une augmentation de la fréquence cardiaque et de la pression artérielle pour satisfaire les besoins des muscles pour une poursuite de l'effort. [19]

On retrouve, dans le judo, différentes phases de travail caractéristiques de cette activité dite multifactorielle :

Des phases de travail debout (nage-waza) caractérisées par un effort isométrique au niveau du train supérieur (utilisation de la force statique) et travail dynamique voire explosif au niveau du train inférieur (utilisation de la force stato-dynamique et dynamique).

Des phases de travail au sol (ne-waza) où l'effort est surtout isométrique (utilisation de la force pseudo-dynamique maximale) pour permettre le contrôle de son adversaire. [38]

1.1.2.2. Historique

Origines du judo A la fin du XIXe siècle, deux esprits de notre temps, le français Pierre de Coubertin et le japonais Jigoro KANO, séparés par des milliers de kilomètres et des siècles de culture, révolutionnaient les principes de l'éducation en y incorporant, comme un élément essentiel, l'éducation corporelle. Les réflexes du premier imprégné de culture classique, aboutissaient à la révolution des jeux olympiques. Ceux du second, nourris de culture orientale, donnaient naissance au judo. Les chemins des deux hommes devraient se croiser, un peu plus tard, en 1909, lors de l'entrée de Jigoro KANO au comité international olympique. Il

fallait ensuite plus de 60 ans, pour que le judo fut enfin admis comme discipline olympique aux jeux de 1972. [7]

A cette époque, le judo de l'ère MEIJI (littéralement : l'époque éclairée) s'ouvrait à l'occident et à ses techniques. Le vieux jujitsu semblait devoir disparaître avec les sabres de samouraïs ! Il s'agit encore d'une méthode de combat à mains nues, signifiant « art simple », qui était enseigné dans de nombreuses écoles dont les conceptions et les centres d'intérêt étaient souvent différents. Attentif aux gigantesques efforts de modernisation de son pays, le jeune Jigoro KANO était également soucieux de conserver certaines valeurs du patrimoine national. [7]

C'est ainsi qu'il travailla ferme avec tous les maîtres du jujitsu, rejetant le dogmatisme de certaines écoles, il entreprit une importante œuvre de synthèse qui donna naissance au judo : « voie » ou « principe de la souplesse ».

1.1.2.2.1. Jigoro Kano, fondateur du judo

Au début de l'ère Meiji, en raison des circonstances historiques et sociales, ces écoles tombent pour la plupart dans l'oubli et souvent dans le mépris. Pourtant le jeune Kano Jigoro (1862-1938), de faible constitution (moins de 50 kg à l'âge adulte), qui cherche un moyen de ne pas subir physiquement ceux qu'il surpasse intellectuellement, se tourne vers leur enseignement. Accepté à la fois par les écoles Tenshin Shinyo et Kito, il s'investit pleinement dans l'étude. À force d'entraînement, son corps change, s'adapte à l'effort et à la lutte, et, dans le même temps, il s'aperçoit que sa pratique a sur lui des conséquences inattendues, qui se traduisent par un gain de confiance et une attitude plus posée, plus réfléchie face aux événements de la vie. Ambitieux, étudiant extrêmement brillant, Kano Jigoro veut faire de sa vie quelque chose de grand : le seul projet à sa mesure lui apparaît être l'éducation, une éducation globale qui inclut toutes les dimensions physique, intellectuelle, morale de l'être humain. Il voit dans le jujitsu ou plutôt le judo l'outil idéal pour le faire. [1]

1.1.2.3. Environnement du judoka

Le judo se pratique avec un vêtement particulier, le « judogi » qui par sa coupe et sa texture, détermine certaines formes de combat. C'est un sport qui se pratique pieds nus sur des tapis appelés « tatami », posés sur le sol d'un gymnase, le « dojo ». Le judogi, le tatami et le dojo constituent les éléments majeurs de l'environnement immédiat du judoka.

1.1.2.4. Analyse de l'effort Judo

Le judo de compétition est l'opposition de deux combattants en situation de préhension désireux de s'imposer à l'autre grâce à la combinaison de trois facteurs primordiaux :

1. La suprématie psychique ou "le mental"
2. La maîtrise d'actions technico-tactiques complexes ou "la technique"
3. L'utilisation de capacités physiques optimales ou "la condition physique"

Okano, champion olympique disait "en premier mon mental, en second ma technique et ma condition physique." Le Judo de compétition se résume bien dans cette phrase simple à comprendre et terriblement complexe à mettre en œuvre. [66]

Au niveau physiologique il est d'ailleurs déclaré que lors d'un randori du judo, l'effort, qui se caractérise par un métabolisme aérobie dominant, sollicite aussi largement les processus anaérobies lactiques. [59]

L'observation des compétitions a permis de constater que les combats sont décomposés en une suite d'efforts de 20 à 40 secondes séparés par une dizaine de pauses de 10 à 20 secondes pour 5 minutes de combat, imposant des efforts intermittents de durée courte et aléatoire, réalisés avec entrave respiratoire.

De plus, les contractions dynamiques de l'ensemble des grandes chaînes musculaires, pour attaquer et défendre debout et au sol afin de marquer des actions décisives sur

l'adversaire, sont nécessaires. La prise de Kumi Kata demande également aux groupes musculaires mis en jeu (bras, tronc et jambes) de fournir des efforts de type statiques.

L'ensemble de ces efforts est réalisé avec entrave respiratoire et articulaire, en effet, les actions sont souvent explosives et freinées par l'adversaire ce qui ne permet pas de garder un équilibre respiratoire régulier tout au long du combat. Il en est de même pour l'exécution des techniques, auxquelles s'oppose l'adversaire, et qui de ce fait, ne peuvent pas toujours s'effectuer dans des positions correctes que nécessite l'efficacité. Enfin, il faut garder à l'esprit que l'évolution des règlements peut faire varier la durée des efforts et celui des pauses ayant ainsi des effets sur les qualités physiologiques mises en jeu. [66]

1.1.2.5. Les qualités physiques du judoka

Le judoka doit fournir un travail intense durant le combat, ponctué par des efforts brefs et dynamiques, et d'autres plus longs et statiques. [19]

Les qualités physiques les plus importantes et les plus dominantes sont la capacité de la puissance anaérobie, combinées à la force et à la capacité aérobie pour l'exécution technique. [39, 67, 71]

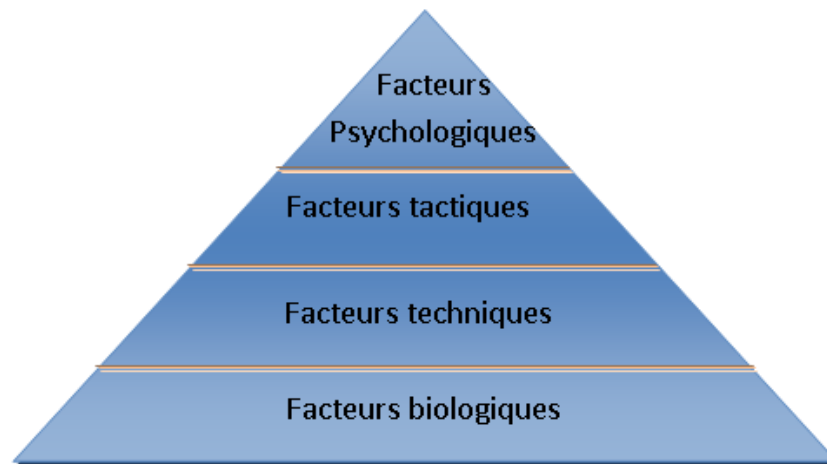
D'après Monte(1980), le judo est une activité alternée aérobie-anaérobie. Un combat de judo n'est pas un effort continu durant cinq minutes, mais une succession de phases d'efforts entrecoupées par des phases de repos. [43]

Selon Paillard T. (2010), la pratique du judo en compétition se déroule sur un fond aérobie important tandis que le métabolisme anaérobie joue un rôle décisif. Les combats en judo durent cinq minutes, cela exige une préparation globale de l'athlète, un développement complet de ses qualités motrices et de ses aptitudes fonctionnelles.

Il faut donc retenir que la préparation physique doit être vue dans son aspect complexe et sous une forme intégrale, par des exercices et des méthodes qui se rapprochent du combat.

L'activité du judo exige en effet dans le cadre de la haute performance certaines qualités biologiques, humaines et sociales qu'on pourrait citer ci – dessous : [52]

- la personnalité du judoka ;
- les facteurs génétiques ;
- l'entraînement spécifique ;
- l'environnement ;
- les aspects matériels ;
- les aspects réglementaires ;
- les conditions sociologiques et économiques ;
- les aspects culturels.



1. Figure n°1 : stratification des facteurs individuels de la performance chez le judoka.[52]

On peut noter également que le travail en endurance permet de diminuer la fréquence cardiaque au repos. [74]

L'objectif du processus d'entraînement sera de développer les systèmes tampons afin de retarder les effets de l'acidose et de pouvoir maintenir une intensité d'exercice suffisamment importante. Pour cela, il va falloir habituer l'organisme à travailler dans ces conditions extrêmes. [62]

Un des facteurs de réussite de la préparation du sportif est d'être sûr que ce dernier effectue correctement les exercices programmés. En effet, si par exemple, lors d'un travail dit « en puissance » le combattant ne se donne pas à fond, et garde un peu trop ses réserves, il est à craindre que les effets attendus de l'exercice ne soient pas au rendez-vous. Tout l'entraînement et la programmation n'auront plus alors aucun sens car la périphérie qui suit repose sur les effets escomptés de la période précédente et chaque période s'emboîte ainsi l'une sur l'autre. Le rôle de l'entraîneur est de savoir si son athlète suit bien le programme imposé.

Un des moyens les plus simples pour obtenir cette information est le contrôle de la fréquence cardiaque au cours de l'exercice. Chaque période à une dominante (endurance, puissance, vitesse, etc.) et à chacune de ces dominantes correspond une fréquence cardiaque de travail (fréquence cardiaque cible) qui s'exprime en pourcentage de la fréquence cardiaque maximale du sportif (FCM).

Il faut contrôler la (FCM) pour chaque combattant puis, au cours de l'exercice, contrôler le rythme cardiaque à un moment précis et le comparer au pourcentage de FCM correspondant à la période de la programmation dans laquelle on se situe. [66]

Chapitre II :
Approche historique et
anatomique de la fréquence
cardiaque

1.2. La fréquence cardiaque, histoire et anatomie

L'analyse de fréquence cardiaque (FC) découle d'une longue suite de découvertes empiriques et scientifiques qui permettent aujourd'hui d'avoir une vue d'ensemble de ce sujet de manière rationnelle. L'histoire nous montre que le savoir sur cette thématique se place dans un continuum évolutif, la vérité d'aujourd'hui va être enrichie de méthodes, d'expériences et probablement d'outils d'analyse qui permettront d'améliorer le concept pour le rendre plus pertinent ou de l'abandonner au profit d'autres théories plus intéressantes. [24]

1.2.1. Approche historique de la fréquence cardiaque

L'histoire de la FC est liée aux connaissances anatomiques et physiologiques ainsi qu'aux moyens techniques permettant d'investiguer celles-ci. Pourtant en l'absence de moyen technologique, les premières traces d'étude de la Fréquence Cardiaque (FC) et de sa variabilité remontent à des temps très anciens. Les premiers écrits traitant des pulsations cardiaques ont été trouvés par Ebers sur un papyrus découvert à Luxor datant de la civilisation Egyptienne en 1550 avant Jésus Christ [40].

Ce Papyrus fait état des connaissances empiriques des médecins Egyptiens et des croyances de leur civilisation. Il nous donne une description du cœur et des principaux vaisseaux sanguins ainsi que les prémices de l'analyse du rythme cardiaque. L'intérêt pour l'organe cardiaque se poursuivra à travers différentes périodes comme la Grèce antique avec Aristote ou Hippocrate aujourd'hui considéré comme le père de la médecine. Claudius Galien physicien mathématicien grec étudie ensuite la médecine à travers les soins qu'il prodiguait aux gladiateurs. Puis il déménage pour Rome où il devient médecin de l'Empereur Marcus Aurelius. A travers ses expérimentations, il décrit les pulsations par la palpation de l'onde de pouls et fut le premier à décomposer celle-ci en diastole et systole et à tenter de décrire qualitativement les pulsations. Il écrira de nombreux ouvrages qui influenceront la médecine

juive, chrétienne et musulmane. Au troisième siècle dans une dynastie chinoise, Wang Shu-He (265-317) décrit dans « The Pulse Classic » Une multitude de relations entre les pulsations cardiaques qu'il perçoit par palpation au niveau du poignet et des états physiologiques,

pathologiques et les associe au Yin et Yang. Parmi les diagnostics décrits dans l'ouvrage, on retrouve la première trace de notion de la FC à travers la citation suivante : « Si le rythme des battements cardiaques devient aussi régulier que les frappes d'un pivert ou que le bruit de la pluie sur le toit des maisons, le patient sera mort dans les 4 jours suivants ». [24]

Ces écrits introduisent pour la première fois l'irrégularité des battements comme une variable diagnostique pour un pronostic vital. Suite à l'invention d'outils permettant de mesurer la période d'événement physiologique comme le « physisian pulse watch » de Floyer (1707) (Gibbs 1971), Stephen Hales (1677- 1761) en 1733 fera une description plus précise de la VFC. Dans un livre intitulé « Statistical essays » [26] [25]. Qui recueille un ensemble d'expérimentations sur des animaux, il montre qu'il existe une relation entre les pulsations et la ventilation chez le cheval à travers des mesures de pression et de pouls.



Figure n° 2. Illustration de Stephen Hales en mesurant la Pression Artérielle (PA) et ces réglages chez le cheval à l'aide d'un tuyau de cuivre placé directement sur la carotide. [26].

Suite à ces recherches, les différentes avancées sur le sujet vont se focaliser sur le couplage entre la respiration et la FC. Ainsi à l'aide d'une innovation technique de son invention : le kymographe, Carl Ludwig est capable de démontrer une accélération de la FC pendant la phase d'inspiration et un ralentissement de celle-ci pendant l'expiration chez le chien (Ludwig 1847). [41]. Cet article est le premier document traitant de l'arythmie sinusale respiratoire (ASR). Les travaux se poursuivront autour de l'ASR et deux théories sur ce concept s'affronteront pour savoir comment cette régulation s'opère. [5]

En 1868, Fanciscus C. Donders (1818-1889) que la modulation des périodes entre les battements cardiaques associée à la respiration est le résultat de l'activation du nerf vague. [18]

L'apport de connaissances et l'arrivée de nouvelles technologies de mesure vont faire passer le concept de FC au rang de champ d'investigation clinique par exemple en gynécologie obstétrique et en cardiologie. [28, 29, 30]

Hon et Wolf mettent en évidence la relation entre la FC et l'état du système nerveux. Hon considère la FC comme un outil clinique pertinent pour évaluer le stress des foetus, alors que Wolf met en avant la contribution du système nerveux central dans la FC. Il voit dans la FC une liaison entre le cerveau et le cœur via le nerf vague et utilise cet indice comme un marqueur de mort subite. [8]

Une fois le lien fait avec le système nerveux, l'ensemble des disciplines ayant un lien avec ce dernier vont utiliser la technique et contribuer à son évolution. Durant les années 1970, la FC sera majoritairement manipulée dans le domaine de la psychologie notamment sur l'impact de la charge mentale. [57]

En 1973, Sayers produit dans Ergonomics un premier document de consensus autour de la FC et décrit l'analyse spectrale. [63] Quelques années plus tard, l'analyse spectrale permettra de mettre en évidence la relation entre la FC et les deux branches distinctes du système nerveux autonome. Les oscillations de haute fréquence (HF) de la FC seraient le reflet de l'activité du Système Nerveux Parasymphatique (SNP). [3]

Les travaux de Malliani, Pagani et collaborateurs montrent également une relation entre le tonus sympathique et les oscillations de basse fréquence de la FC (Low Frequency (LF)). [44, 45]

Puis d'autres auteurs montreront que cette bande est le reflet de l'activité sympathique et parasympathique du SNA. [2, 33]

Cette méthode d'analyse spectrale est encore aujourd'hui soumise à questionnement, le système parasympathique jouant un rôle fort sur l'ensemble du spectre et les bandes de basses et hautes fréquences. L'utilisation de l'analyse de la FC à l'aide des méthodes spectrales a popularisé cette méthodologie et entraîné sa large diffusion vers l'ensemble des champs d'investigation cliniques. Depuis quelques années, de nouvelles méthodes non-linéaires permettent d'agrandir les pistes d'investigation et de revisiter les plus anciennes. L'histoire de la FC est encore en mouvement aujourd'hui et ses domaines d'application sont sans cesse plus nombreux. L'apport quotidien de la science et les modifications de la société permettent chaque jour son utilisation dans de nouveaux contextes. [35]

1.2.2. Anatomie du système nerveux autonome (sna)

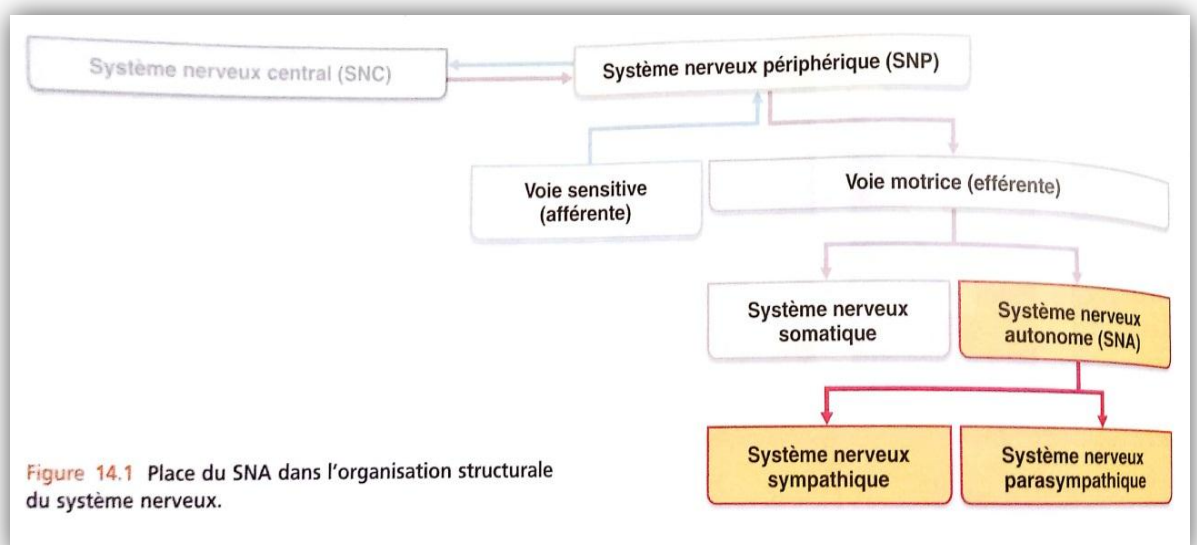


Figure n°3 : Place du SNA dans l'organisation structurale du système nerveux. [20]

L'ensemble des variables hémodynamiques sont liées entre elles et s'influencent mutuellement. Pour s'ajuster et faire face à des situations de stress ces variables ont besoin d'un système de contrôle qui stimulera ou ralentira ces variables pour maintenir l'équilibre du système. Pour ce faire l'organisme fait appel au système Nerveux Autonome (SNA). [24]

Le corps humain est extrêmement sensible aux variations du milieu interne et il travaille sans cesse à répondre à des demandes concurrentes pour l'utilisation des ressources dans des conditions qui changent constamment. Tous les organes contribuent à la stabilité du milieu interne, mais c'est le système nerveux autonome (SNA), ou système végétatif, qui y préside par l'intermédiaire de neurones moteurs innervant les muscles lisses, le muscle cardiaque et les glandes. [20]

Comme le montre la Figure 3, le SNA est une partie intégrante du SN. Il est constitué par une multitude de canaux et centres nerveux différents. Du point de vue anatomique, il est important de différencier le système Nerveux Sympathique (SNS) du système Nerveux Parasymphatique (SNP) car ces différences structurelles seront un des piliers de l'analyse de la FC. [24]

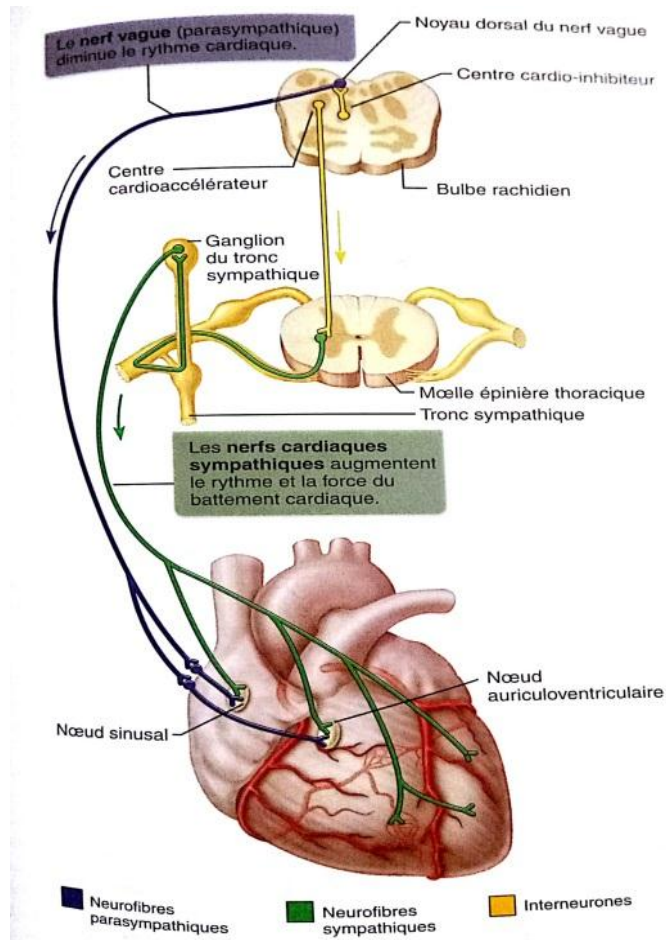


Figure n°4 : Innervation autonome du cœur. [20]

L'état du SNA peut être utilisé comme un indicateur de la réponse de l'organisme à une activité physique. La réponse de l'organisme est cependant dépendante d'un certain nombre de paramètres. Ces paramètres s'étalent sur deux dimensions :

- 1 : **L'individu** (Niveau de pratique, âge, sexe, fumeur, médication, poids...)
- 2 : **L'activité** (Nature de l'activité, intermittent/continu, force/endurance, durée, intensité...). [13]

Chapitre III :
Aperçu physiologique sur la
fréquence cardiaque

1.3. La fréquence cardiaque

1.3.1. Qu'est-ce que la fréquence cardiaque ?

La fréquence cardiaque est le nombre par minute de contractions cardiaques dont le nombre de systoles envoyant le sang du ventricule gauche dans l'aorte. Chez le sujet normal, elle dépend essentiellement de l'activité du nœud sinoauriculaire. [56]

Il n'existe pas de fréquence cardiaque idéale, "c'est une variable totalement individuelle et relative à l'intensité de l'effort". En termes de fréquence cardiaque, il en existe 3 principales : au repos, maximale (FCM) et à l'effort. Les entraîneurs parlent également de fréquence cardiaque de réserve. Toutefois, celle au repos "doit être basse".

Plus notre cœur bat lentement et mieux c'est ! Chez le sédentaire en bonne santé, elle se situe "entre 60 et 80 battements par minute". Pour les cardiologues, elle est trop élevée lorsqu'elle dépasse 70 battements/minute. Des chiffres qui peuvent varier selon différents facteurs bien sûr, à commencer par nos activités physiques. [14]

1.3.2. Mesure de la fréquence cardiaque.

La fréquence cardiaque est une variable physiologique précieuse et facile à mesurer, qui illustre la sollicitation du système cardiovasculaire. Les systèmes classiques utilisent une sangle de poitrine mesurant les variations de la tension au moyen d'un dispositif d'électrodes de contact fixé sur la peau et transmettant le signal vers un appareil de réception (montre, compteur de vélo). Ces mesures ont déjà été validées plusieurs fois par rapport à l'électrocardiogramme. Avant la prise de mesure, le responsable du test humidifie les électrodes de la sangle et vérifie que la sangle est bien positionnée et bien tendue. Les tout nouveaux systèmes à capteurs optiques au poignet représentent une alternative intéressante mais n'ont pas encore été assez validés. [36]

La marge d'erreur typique des variables de fréquence cardiaque (FCmax, FCRepos) est d'environ ± 2 b / min. Pour toutes les valeurs de fréquence cardiaque, c'est l'intervalle moyen

qui est enregistré (ex. : FCmax comme valeur moyenne la plus élevée dans un intervalle de 30 s). Une fréquence d'enregistrement d'1 Hz est habituelle. [68]

1.3.3. Le débit cardiaque

Par définition, le débit cardiaque (DC) correspond à la quantité de sang expulsée par le cœur dans le réseau vasculaire au cours d'un laps de temps donné. Il dépend de deux paramètres :

- le volume d'éjection systolique correspondant à la quantité de sang émise dans l'aorte ou le tronc pulmonaire à la suite d'une systole ventriculaire.

- la fréquence cardiaque faisant référence au nombre de battement cardiaque par minute.

La relation entre le débit cardiaque et ces deux paramètres est définie par l'expression mathématique suivante $DC = VES * FC$

Le débit cardiaque d'un sujet adulte au repos est de l'ordre de 5 litre par minute ; toutefois, il doit pouvoir s'adapter, en permanence, à nos besoins. Par exemple, lors d'un exercice physique, il peut s'élever jusqu'à 25 litre par minute. Ainsi, on définit par réserve cardiaque la différence entre le débit maximal et le débit de repos, soit environ 20 litre. L'adaptation du débit cardiaque à nos besoins repose sur la loi de Starling et sur l'activité du système nerveux végétatif. [17]

1.3.4. Fréquence cardiaque de repos

Comment évaluer sa fréquence cardiaque de repos ?

Il vaut mieux s'y prendre le matin, juste après le réveil en restant allongé dans un état de relâchement complet. On peut prendre son pouls au niveau du poignet ou de la carotide... Ou bien encore utiliser un cardio-fréquencemètre. [14]

La fréquence cardiaque au repos détermine en partie la condition générale du cœur. Le résultat oscille en général entre 60 et 80 battements par minute. Chez les grands sportifs qui s'entraînent beaucoup ce chiffre est assez bas. En effet, des coureurs de cyclistes en entraînement de compétitions peuvent avoir un pouls au repos descendant jusqu'à 40 battement par minute. Toutefois chez des sportifs amateurs les pouls ne devraient pas descendre au-dessous de 50 battements par minute. [56]

Cette fréquence au repos est plus élevée chez les enfants que chez les adultes. Pour la calculer, il suffit de prendre son pouls au levé, pendant 10 second, au niveau du coup (juste sous la mâchoire ou au niveau du poignet), puis de multiplier le chiffre par six (06).

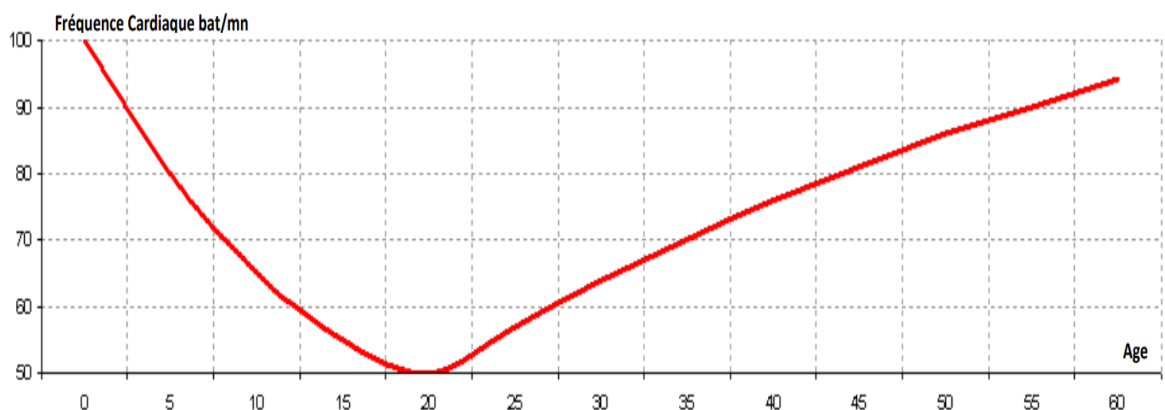


Figure n°5 : Evolution de la Fréquence Cardiaque de Repos au cours de la vie. [69]

1.3.5. Fréquence cardiaque maximale

La fréquence cardiaque maximale est le nombre maximal de battements qu'un sujet ne saurait dépasser quel que soit son niveau d'entraînement. Elle varie en fonction de l'âge. [66, 14] Selon les individus, elle varie en générale entre 180 et 210 pulsations par minute, mais exceptionnellement pour certaine personne, la Fréquence Cardiaque Maximale peut atteindre les 230 pulsations par minute. [69]

Nous avons 2 méthodes possibles pour mesurer la FCM, présentées ici par ordre de précision:

1°) l'électrocardiogramme d'effort de début de saison dans un centre médico-sportif; fortement conseillé, il permet de connaître la FCM mais aussi la plage de fréquence cardiaque à utiliser pour travailler l'endurance et celle à utiliser pour favoriser plutôt le travail en résistance. De plus, il permet d'obtenir le certificat médical et me paraît donc indispensable. Exemple de résultat d'un test d'effort:

Fréquence cardiaque max: 179 puls/mn

Travailler entre 145 et 165 puls/mn pour l'endurance et au-delà de 170 pour la résistance pure.

2°) en dernier ressort

En effet ASTRAND (1970), un physiologiste suédois, a établi une formule pour évaluer globalement cette diminution : $FC_{max} = 220 - l'âge \pm 10$ pulsations. A 20 ans, par exemple, on peut grimper à 200 battements par minute : $220 - 20 = 200$. A 40 ans, on reste normalement bloqué à 180 : $220 - 40 = 180$. Mais il s'agit en fait de la moyenne. A l'échelle d'une personne, on peut avoir des résultats très différents. L'équation a été établie par Astrand 1954 dans une population de sujets âgés de 5 à 60 ans. Alors que l'équation établie par Inbar en 1994 dans une population de 1424 sujets âgés de 15 à 75 ans est : $FC_{max} = 205,8 - 0,685 \times \text{âge}$. [56]

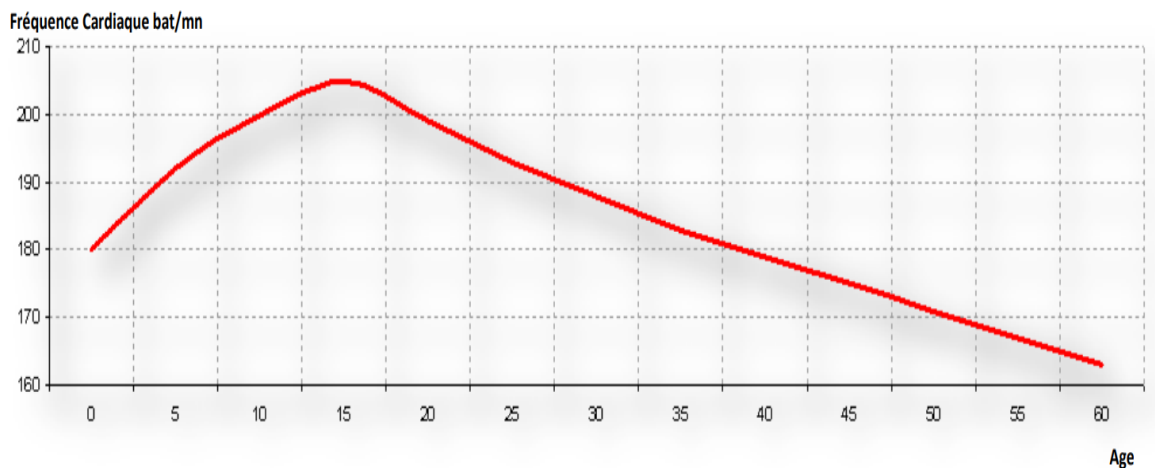


Figure n°6 : Evolution de la Fréquence Cardiaque Maximale au cours de la vie. [69]

1.3.6. La Réserve de la Fréquence Cardiaque

La Réserve de la Fréquence Cardiaque (RFC), est la différence entre la Fréquence Cardiaque Maximale et la Fréquence Cardiaque de Repos. $RFC = FC_{Max} - FC_{Repos}$ Elle nous est utile pour nous permettre de définir facilement nos intensités d'entraînement. Elle nous permet de connaître très précisément le niveau de sollicitation de notre organisme pour un effort donné. D'où toute l'importance de bien connaître ses limites du moment, c'est à dire, sa Fréquence Cardiaque de Repos ainsi que sa Fréquence Cardiaque Maximale.

Il paraît illogique de définir une intensité de l'entraînement en ne faisant référence qu'à la Fréquence Cardiaque Maximale. Tout le monde est différent, il y a des personnes qui ont une Fréquence Cardiaque de Repos de 30 pulsations par minute, lorsque d'autre seront à 60 bat/mn. Puis il y a des personnes qui ont une Fréquence Cardiaque Maximale de 210 pulsations par minute, mais d'autre seront à 180 bat/mn.

Ce n'est pas non plus une règle générale, que celui qui possède une Fréquence Cardiaque de Repos basse ait aussi une Fréquence Cardiaque Maximale basse, et inversement.

D'où tout l'intérêt de l'utilisation de la Réserve de la Fréquence Cardiaque, car son amplitude est propre à chacun et elle nous permet une première personnalisation de l'entraînement.

Le but de l'entraînement est d'avoir à la date de l'objectif l'amplitude de la Réserve de la Fréquence Cardiaque la plus importante possible.

Exemple :

Fréquence Cardiaque Maximale: 200 pulsations par minute

Fréquence Cardiaque de Repos: 50 pulsations par minute

La Réserve de la Fréquence Cardiaque :

$$RFC = FC_{Max} - FC_{Repos}$$

$$RFC = 200 - 50 \quad RFC = 150$$

D'où la Réserve de la Fréquence Cardiaque est égale à 150 pulsations par minute. [69]

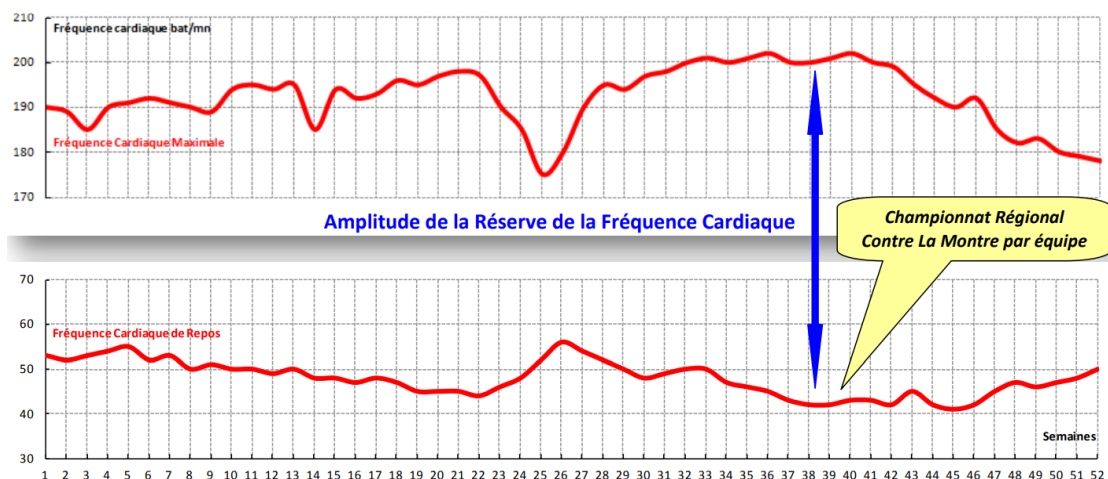


Figure n°7 : Evolution de la Réserve de la Fréquence Cardiaque sur une saison. [69]

1.3.7. Variation de la fréquence cardiaque lors d'une activité physique

Un des facteurs de réussite de la préparation du sportif est d'être sûr que ce dernier effectue correctement les exercices que l'entraîneur a programmés. En effet, si, par exemple, lors d'un travail dit "en résistance" le combattant ne se donne pas à fond, et garde un peu trop de réserve, il est à craindre que les effets attendus de l'exercice ne soient pas au rendez-vous. Tout l'entraînement et la programmation n'auront plus alors aucun sens car la période qui suit repose sur les effets escomptés de la période précédente et chaque période s'emboîte ainsi l'une dans l'autre. Le souci du professeur est donc de savoir si son compétiteur suit bien le programme imposé.

Un des moyens les plus simples pour obtenir cette information est le contrôle de la fréquence cardiaque au cours de l'exercice. Chaque période à une dominante (endurance, résistance, vitesse...) et à chaque dominante correspond une fréquence cardiaque de travail qui s'exprime en pourcentage de la fréquence cardiaque maximale du sportif (FCM). [66]

Lors d'un effort modéré, la fréquence cardiaque monte très rapidement après le début de l'effort, atteint un plateau puis lorsque l'effort cesse, revient très progressivement en plusieurs minutes à son niveau de départ. Le mécanisme de l'augmentation de fréquence est la levée du frein parasympathique avec stimulation du sympathique. La valeur du plateau de fréquence à l'effort dépend de l'intensité de cet effort mais aussi du type de sport pratiqué. [56]

Chez les enfants comme chez les adultes, le débit cardiaque (QD) augmente de manière linéaire avec l'intensité de l'exercice quel que soit le niveau de maturation du sexe. Cette augmentation de la FC et du Volume d'Ejection Systolique (VES) en début d'exercice, puis par la seule augmentation de la fréquence cardiaque jusqu'à la fin de l'exercice maximal. [56]

La régulation de la FC pendant l'exercice est liée à trois mécanismes ; la loi de Frank-Starling, une régulation hormonale et les modulations du tonus sympathique et parasympathique du SNA. La première phase d'augmentation de la FC est due à la diminution du tonus du SNP puis à l'augmentation progressive du tonus du SNS en fonction de l'intensité de l'exercice. [42, 72]

Au niveau de l'intensité de l'exercice, il semble que le second seuil ventilatoire est un point charnière pour l'analyse de la FC. Passée cette intensité, l'ensemble des marqueurs subissent une diminution très importante. [48, 75]

Une fois cette diminution du tonus du SNA le système hormonal assure la tachycardie nécessaire à l'activité physique par l'intermédiaire des catécholamines circulantes. [10, 32]

L'exécution d'un effort physique à température ambiante élevée détermine une fréquence cardiaque plus importante que le même exercice effectuée à température ambiante plus basse. Les émotions et l'appréhension peuvent également, lors des exercices d'intensité faible ou modérée, affecter la fréquence cardiaque Pour une même consommation d'oxygène donnée, la fréquence est plus élevée si l'exercice est réalisé par les membres supérieurs que s'il l'est avec les membres inférieurs. [46]

1.3.8. La fréquence cardiaque (FC) fidèle reflet de la consommation d'oxygène

Depuis les travaux d'ASTRAND il est scientifiquement établi que pour tout effort sollicitant plus de 50% de notre VO₂max la fréquence cardiaque évoluait de façon directement proportionnelle à la VO₂ et qu'il existait pour chaque individu une étroite relation entre le pourcentage (%) de sa VO₂max individuelle et le % de sa Fréquence cardiaque maximale et ceci est vérifiable aussi bien chez le sédentaire que chez le coureur de haut niveau, Il est donc possible par le contrôle de la FC d'avoir une idée précise et très reproductible du degré de sollicitation de la « capacité aérobie » de l'organisme, un peu comme la position de l'aiguille sur le compte tour reflète le degré de sollicitation du moteur de notre voiture !. [70]

Les résultats obtenus dans le cadre de l'étude de François T. et Danielle R. B. en 2006 semblent indiquer qu'il n'existe pas de problème majeur de fidélité de la relation VO₂ / FC. [22]

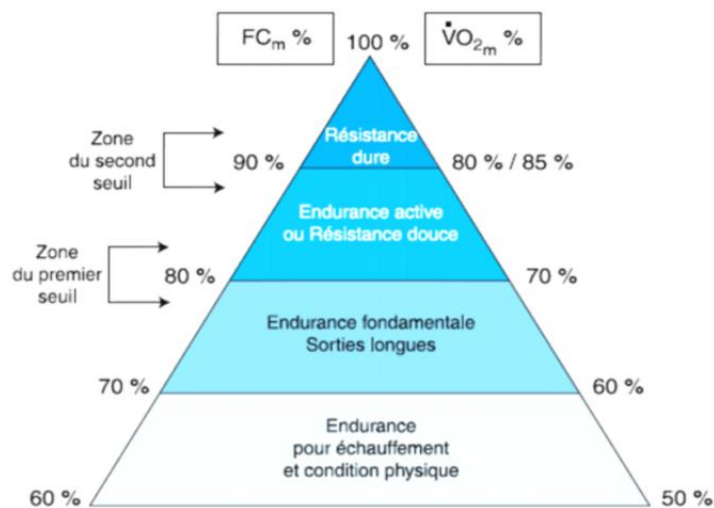


Figure n°8 : Pyramide de correspondance VO_2/FC . [70]

1.3.9. Comment utiliser la FC sur le terrain

La FC peut être utilisée comme valeur d'extrapolation des capacités maximales d'un individu. Lorsque l'on atteint sa FC maximale (FC_{max}), on est également proche de sa consommation maximale d'oxygène (VO_{2max}). Compte tenu de toutes les fluctuations auxquelles est sujette la FC, il n'est pas conseillé d'utiliser la FC_{max} théorique proposée dans les manuels d'entraînement ($220 - \text{âge}$), mais plutôt de procéder à une mesure directe de FC_{max} de façon individuelle grâce à un exercice exhaustif, pour utiliser ensuite des valeurs relatives (pourcentages) dans l'élaboration des suivis d'entraînement. [53]

1.3.10. Le cardiofréquencemètre

L'idée de cardiofréquencemètre est née en 1975, par l'intermédiaire du professeur d'électronique finlandais Seppo Saynajakangas pour l'entraînement des skieurs de fond. Il décide alors de créer la société Polar Electro™ en 1977, crée le premier modèle d'appareil (Figure n° 9) et déposé ces premiers brevets en 1979. [24]



Figure n°9 : Cardiofréquencemètre mesurant la FC au bout des doigts, le Micro Heart Pulser. Fonctionnant avec des batteries, ce cardiofréquencemètre fut développé à l'université d'Oulu. [24]

En 1982, Polar crée le premier modèle de cardiofréquencemètre commercialisé sous le nom de Sport Tester PE2000. Ce moniteur de FC est doté d'une ceinture thoracique **ainsi** que d'un afficheur au format d'une montre qui permet à la personne de voir la valeur de FC (Figure n° 10). Puis interviendra une suite logique d'innovation permettant d'améliorer l'outil et le rendre de plus en plus performant, comme la possibilité de télécharger les données vers un ordinateur (1984), l'association avec d'autres outils comme le GPS, l'intégration d'algorithmes permettant de quantifier l'intensité de l'effort.



Figure n°10 : Sport Tester PE2000. Le premier cardiofréquencemètre au monde sans fil. [24]

Aujourd'hui il existe une multitude de sociétés concevant et commercialisant des cardiofréquencesmètres comme Polar™, Suunto™, Garmin™, Timex™ ou Decathlon™... Il vient s'ajouter à cela les nouvelles générations de téléphones portables capables de recevoir les informations de FC ou des périphériques sportifs comme les compteurs de vélo ou autres... [24]

1.3.11. Quand et comment utiliser les tests

En début de saison ou en début de cycle, il faut réaliser des tests initiaux et les compiler dans une fiche de suivi. Un peu à la manière des fiches « produit », elles vont permettre à l'entraîneur de pouvoir comparer l'athlète par rapport aux autres membres de son groupe d'entraînement et par rapport à d'autres athlètes de sa catégorie d'âge et de poids. Grâce à cela il va pouvoir mettre en relief les points forts et les points faibles de son athlète puis orienter son travail de façon plus précise.

Le second test se déroule à la fin du cycle de travail, il permet de vérifier si l'entraînement a permis d'atteindre les objectifs fixés, et donc de valider que les méthodes d'entraînement utilisées étaient appropriées.

En plus de ces tests, il est important d'effectuer un contrôle continu des efforts fournis durant l'entraînement. La mesure du rythme cardiaque est un indicateur incontournable pour savoir si l'athlète travaille bien dans la zone qui a été ciblée (par exemple à 80% de sa fréquence cardiaque maximale) ou pour prévenir un état de fatigue (si la fréquence cardiaques est anormalement élevée par rapport à l'entraînement proposé). [6]

1.3.12. Description des tests et des mesures

La mesure de la FC peut s'avérer très reproductible mais que le contexte de mesure et l'état physiologique de la personne mesurée peut largement modifier le résultat final. Il est donc primordial de choisir un protocole adapté et rigoureux prenant toutes les précautions possibles pour standardiser les mesures et ainsi permettre les comparaisons. [24]

1.3.13. Les paramètres affectant la mesure de la FC

1.3.13.1. Les paramètres liés à l'état général du sujet

1.3.13.1.1. L'âge

On peut définir deux segments distincts pour l'étude de la FC à travers l'âge d'un sujet. Pendant l'enfance, le SNA se développe et on observe une augmentation de la FC traduisant une augmentation du tonus du SNS et une atténuation lente du tonus du SNP qui assure la mise en place des rythmes physiologiques comme la respiration. [64]

Passée cette phase de construction, on note que les indices de l'analyse de la FC reflétant l'activité du SNA subit une diminution progressive sur les années qui suivent. Chez le sujet sain sédentaire, on voit une diminution progressive de la variabilité globale à partir de 20 ans jusqu'à la fin de sa vie. [60, 9, 58] ; Pour illustrer cela, la Figure 11 de Yukishita montre la diminution de certains indices fréquentiels et temporels en fonctions des tranches d'âge par décennie et par genre. [76]

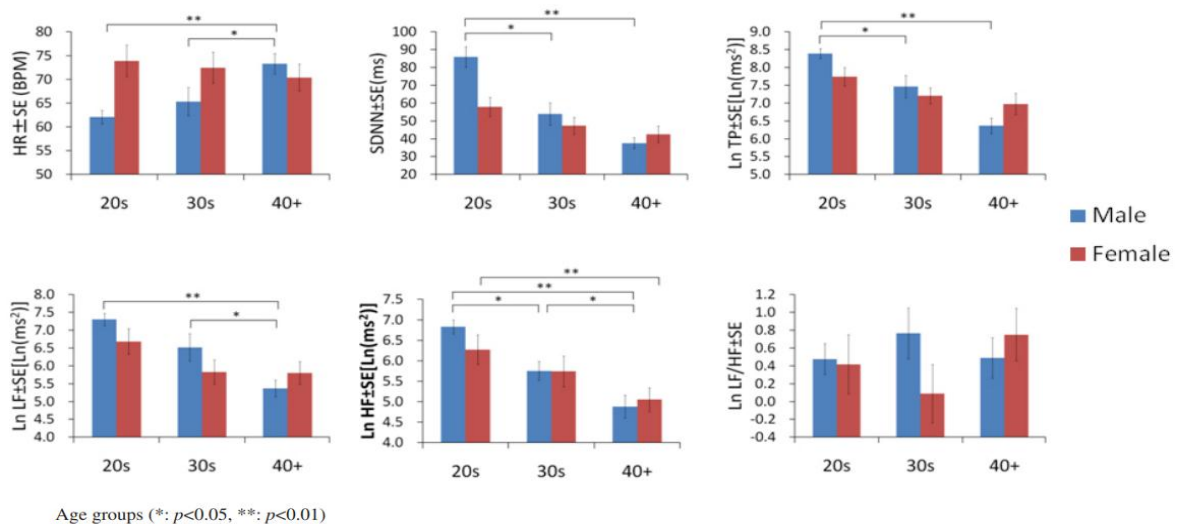


Figure n°11 : Altérations liées à l'âge et au sexe dans la variabilité de la fréquence cardiaque. [76]

1.3.13.1.2. Le sexe

Les précédents graphes montrent que les indices fréquentiels et temporelles de L'analyse de FC tendent à être plus reproductibles chez les femmes que chez les hommes ; que les femmes et les hommes suivent une évolution similaire au cours du vieillissement. [24]

1.3.13.1.3. Le tabagisme

Les études montrent que l'exposition aux fumées de cigarette ou la consommation de tabac entraîne des altérations du contrôle du SNA. Cela se traduit sur le plan de la FC par une diminution des variables du tonus vagal et une augmentation des indices liés au SNS. [27, 37]

1.3.13.2. Les paramètres liés au sujet au moment de la mesure

1.3.13.2.1. Les émotions

Les émotions ressenties par le sujet au moment de la mesure vont clairement modifier la FC. Bien qu'il n'existe pas de signature typique pour chaque émotion et que chacun est différent devant cela, Kreibig établit une large revue de littérature indiquant la tendance que chaque type d'émotion provoque. [34]

L'état émotionnel général de l'individu ou un effet aigu pendant la mesure influence fortement les résultats. Afin d'éviter les pièges pendant l'interprétation, il apparaît indispensable d'être à l'écoute du sujet pour ne pas faire d'erreur dans la lecture des résultats. Il est possible de croiser les résultats de la FC avec des questionnaires ou simplement de prendre le ressenti de la personne lors d'un entretien. [24]

1.3.13.2.2. La caféine

Monda montre dans une étude que l'ingestion d'un café type expresso influence fortement les indices de la FC avec un des marqueurs du tonus parasympathique. Pour finir, il

apparaît que nous ne sommes pas tous égaux devant la réaction du SNA à la caféine. Rauh montre que les personnes ayant une consommation régulière de caféine ne montrent pas de variation significative à la caféine. [61]

1.3.13.2.3. L'alcool

L'effet de l'alcool sur les variables cardiovasculaires a été étudié par plusieurs grandes études épidémiologiques ; Ces études nous renseignent sur les effets d'une consommation chronique L'alcool, celles-ci indiquent une diminution de la variabilité globale. L'alcool induit donc une augmentation significative de la FC par la diminution du tonus du SNS ainsi qu'une légère activation sympathique. [21, 11]

1.3.13.2.4. Le Sommeil

La qualité et la quantité de sommeil joue un rôle direct et indirect sur les variables de la FC. Plusieurs études menées sur des personnes subissant des privations de sommeil ou une altération de celui-ci présentent une augmentation du tonus du SNS et une diminution du SNS. [78, 23]

Egalement, la qualité du sommeil va induire des modifications de l'humeur et des émotions qui vont à leur tour influencer la FC. [65, 55]

Il est donc préférable de demander au sujet de faire une bonne nuit de sommeil précédant la mesure et de noter les heures de coucher et lever ainsi qu'une évaluation subjective de la qualité du sommeil pour améliorer la qualité de l'interprétation des résultats. [31]

1.3.13.2.5. La digestion

La période postprandiale génère des modifications de la régulation du SNA. Les travaux de Lu et al. Montrent qu'un repas de 500 kcal est suffisant pour obtenir des modifications sur la FC Plus récemment, Chang complète ces recherches et indique que les modifications sont perceptibles 20 minutes après l'ingestion d'un repas léger (Sandwich au poulet 501.8 Kcal et

300 ml de jus d'orange) et que l'on peut continuer d'observer ces modifications jusqu'à 120 minutes après l'ingestion. [16]

1.3.13.2.6. La déshydratation

L'état de déshydratation entraîne une réduction du volume plasmatique et une redistribution du sang vers la périphérie dans le but de maintenir la température centrale. Dans cette condition, le SCV est fortement sollicité et réagit en augmentant la FC pour tenter de pallier la baisse de la PA. On peut constater chez des sujets déshydratés (2,5% du poids de corps) une augmentation de la FC accompagnée d'une diminution de l'activité du SNP. [24]

1.3.13.3. Les paramètres liés à l'environnement

- (1) Le bruit
- (2) La température
- (3) La lumière
- (4) La pollution
- (5) L'altitude
- (6) L'heure du jour. [49, 50,77]

Deuxième Partie :
Méthodologie de la recherche,
moyens et méthodes

2. Méthodologie de la recherche

2.1. Organisation de la recherche

2.1.1. Problématique

Le judo est un sport de combat sollicitant l'ensemble de l'organisme. C'est un sport dont les qualités physiques font intervenir des caractéristiques physiologiques dont les influences sont importantes. La littérature que nous avons consultée a souligné certaines perturbations au niveau de la fréquence cardiaque chez les sportifs, en général. Par ailleurs, nos spécialistes de terrain rencontrent beaucoup de problèmes pour contrôler l'état physique de leurs judokas au cours de l'entraînement et la compétition, et bien entendu optimiser la performance et les possibilités de récupération. Cette difficulté réside, en premier lieu, dans la rareté de tests spécifiques pouvant évaluer les aptitudes physiques des judokas, dans des conditions proches de la compétition. De ce fait, on pose les questions suivantes :

1. Quelles sont les variations de la fréquence cardiaque du judoka algérien de niveau régional induites par l'entraînement en judo durant la PPC ?
2. Peut-on réellement utiliser le test mis en place par cette équipe française pour le suivi de l'entraînement du judoka algérien ?

2.1.2. Hypothèses

-Nous supposons que, la fréquence cardiaque du judoka algérien de niveau régional répond aux normes spécifiques du judo durant la PPC.

- le test spécifique pourrait être une bonne alternative dans le contrôle de l'état physique des judokas durant l'entraînement, conformément aux exigences de la compétition.

2.1.3. Objectifs

Notre contribution à cette problématique de recherche expérimentale a consisté, d'une part, à étudier la variation de la fréquence cardiaque du judoka algérien de niveau régional durant une période de l'entraînement ; et d'autre part, vérifier la sensibilité d'un test physique élaboré et validé par une équipe de recherche en France et aussi son exploitabilité pour le contrôle de l'entraînement de judo.

2.1.4. Tâches

Afin de pouvoir concrétiser l'objet de cette étude, nous nous sommes fixés comme sous – objectif la réalisation des tâches suivantes :

1. étude conceptuelle et théorique liée aux champs de nos investigations.
2. mesure anthropométrique descriptive :
 - la taille, le poids corporel des judokas ;
 - le calcul de la surface corporelle, l'IMC, l'indice de corpulence ;
 - l'indice de Kaup et l'indice de Dépense Energétique ;
 - calcul la fréquence cardiaque au repos en fonction des périodes étudiées ;
3. Réalisation du test physique spécifique en début de la (PPC), et en période compétitif.
4. Le questionnaire, nous avons demandé aux judokas leurs sensations à travers un questionnaire.
5. analyse et interprétation des résultats collectés.

2.2. Méthodologie de l'expérimentation

2.2.1. Moyens et méthodes utilisés

Moyens humains et matériels utilisés : un groupe d'athlètes et dont le nombre (N) devrait surmonter deux difficultés, à savoir : la significativité statistique de l'échantillon de l'étude et la disponibilité des appareils de mesure (les cardiofréquencemètres).

Notre échantillon est composé de 13 athlètes en bonne santé apparente de niveau régional, qui ont participé à cette expérimentation. Ils avaient comme caractéristiques descriptives : une expérience de $9,38 \pm 4,11$ ans, un âge moyen de $21,46 \pm 3,73$ ans (catégorie d'âge séniors hommes), une taille moyenne de $173 \pm 0,04$ cm et enfin un poids moyen de $69,15 \pm 11,58$ kg. Nos athlètes participent régulièrement aux différentes échéances régionales. Ayant été avisés des modalités, des tâches et des objectifs de l'étude que nous nous apprêtons à réaliser, les sujets ont donné leur consentement par écrit pour participer corps et âme à toutes les étapes de cette recherche. Ces derniers ont subi des investigations morphologiques (taille ; poids et IMC), l'assiduité à des tests de terrain du groupe étudié en entier.

Les besoins en matière de moyens humains et matériels nécessaires à la réalisation de cette étude sont les suivants :

2.2.1.1. Moyens humains

La composante humaine qui permettra à cette étude de prendre forme se présentera comme suite :

- échantillon : il est composé de (13) Judokas juniores et séniors garçons appartenant au club de judo du club AMMI SAID GHARDAIA (NRAS) et club CHABAB RIADI LI BALADIAT DAR-ELBEIDA (CRBDB) ;
- un entraîneur, Conseiller ou TSS en judo ;

2.2.1.2. Moyens matériels

Outre, la salle de sport privée (Club Ammi Said) utilisée pour les stages de préparation au niveau de la wilaya Gharđaia et la salle de musculation de(NRAS), pour la réalisation des tâches morphologiques et anthropométriques, on a eu recours aux matériels suivants :

2.2.1.2.1. Fiche technique des mesures anthropométriques

- **Le mètre ruban** : nous l'utilisons pour mesurer les périmètres du corps et de ses segments.
- **balance médicale** électronique ;



Figure n°12 : matériels utilisés pour les mesures anthropométriques

1. Surface corporelle (m²) :

Nous avons utilisé la formule d'Izakson (1958), qui prend en considération les individus de taille supérieure à 160 cm (cas de notre échantillon). Cet indice nous informe sur le développement physique de l'athlète. Beaucoup de chercheurs définissent la surface corporelle par voie de calcul, d'après les mesures du poids et de la taille. Ces derniers (les auteurs), estiment que plus la surface corporelle (Sa) est grande et plus le développement physique est meilleur.

La surface corporelle est calculée à partir de la formule suivante :

$$Sa = \frac{100 + P + (t - 160)}{100}$$

| |
|---|
| Sa = Surface corporelle en m ² P = Poids du corps en Kg. |
|---|

2. Indice de Dépense énergétique (cm²/kg)

Cet indice nous renseigne sur le degré de dépense énergétique d'un athlète en fonction de la surface corporelle, et de son poids, pendant une activité par l'utilisation plus économique et une limitation de la déperdition des réserves. Ainsi, plus la surface corporelle par Kg de poids est petite, et moins il y a perte d'énergie et plus l'athlète est apte à subir un travail intense.

Il est calculé à partir de la surface corporelle et le poids selon l'équation suivante :

$$SP = \frac{\text{surface corporelle (Sa)}}{\text{poids}} \cdot (\text{cm}^2 / \text{kg})$$

SP : dépense énergétique en
cm²/ kg
Sa : surface absolue en cm

3. Indice de kaup :

Cet indice nous renseigne sur le développement physique des athlètes. Il est calculé à partir de la formule suivante :

$$K = \frac{P}{T^2} (\text{g} / \text{cm}^2)$$

K = indice de kaup
P = poids du corps
T = taille

Plus cet indice est élevé, plus l'athlète est robuste. Pour l'interprétation des résultats nous nous sommes référés à la classification de l'Organisation mondiale de la santé. [15, 20]

| IMC (kg/m ²) | Statut pondéral des adultes |
|--------------------------|-----------------------------|
| < 18,5 | Maigreur |
| 18,5 à 24,9 | Normalité |
| 25 à 29,9 | Surpoids |
| 30 à 39,9 | Obésité |
| supérieur à 40 | Obésité morbide |

2.2.1.2.2. Etude à travers la fréquence cardiaque

L'évaluation de la fréquence cardiaque, a été effectuée grâce au cardiofréquencemètre (DECATHLON GEONAUTE ONMOVE 500 GPS, Powred by PHILIPS, voir encadré n°2) pour l'évaluation de la fréquence cardiaque.

Les tests ont été réalisés durant la PP et la PC.

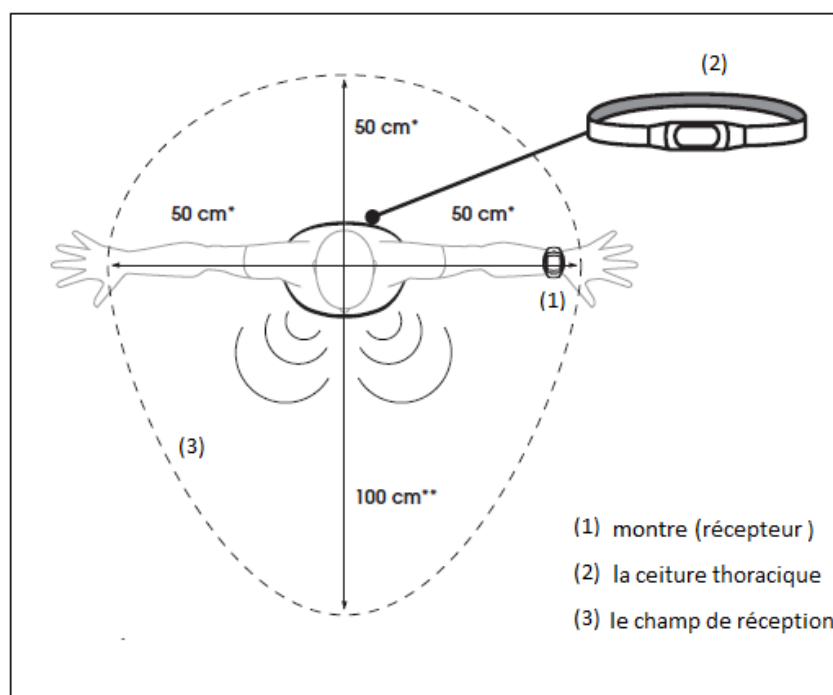


Figure n° 13 : l'emplacement et le matériel utilisé pour le cardiofréquencemètre

- Remarque explicative sur la méthode de test

Le test spécifique judo tente de reproduire au maximum les caractéristiques physiologiques d'un combat de judo. Ainsi, il comportera différentes phases de travail :

- Une phase de travail isométrique au niveau du train supérieur, correspondant à la phase de préhension (Kumi-Kata), très déterminante lors d'un combat de judo ;
- Une phase de travail dynamique et statodynamique composée de déplacements et de répétition d'actions successives correspondant au déséquilibre, au placement du corps et à la phase d'explosion.

Ces différentes phases seront intégrées dans une séquence de travail qui s'effectuera à intensité supra maximale. La répétition de ces phases de travail sera entrecoupée par des périodes de pauses croissantes tout au long du test. La difficulté de ce test résidera donc dans le fait d'enchaîner différentes séquences de travail de plus en plus intense en gérant des périodes de récupération très brèves. Le judoka expérimenté doit réaliser six paliers. La durée d'un palier est de 23 secondes et accroît de trois secondes par palier, entrecoupée par des pauses allant de 4 à 12 secondes et croissante de deux secondes par palier.

Durant les séquences d'efforts, le judoka devra réaliser à intensité maximale, sans pour autant négliger l'aspect technique de l'activité, différentes phases de travail. Au préalable, il aura réalisé le premier palier (23 secondes), hors protocole enchaîné, qui servira de référence en comparaison avec les autres paliers. Les séquences de travail sont réparties comme suit :

- Phase de préhension : durant trois secondes le judoka devra saisir une manche et un revers d'un kimono pendu à une barre fixe, il devra rester en position isométrique en formant un angle de 30° à 120° entre le bras et l'avant-bras (position Kumi-kata). Cette durée est croissante de trois secondes par palier ;
- Phase d'explosion : en descendant de la barre fixe, le judoka effectue des navettes. Il court vers l'un des deux uke (attaqués) pour effectuer des Uchi-komi avec charge (tori charge uke), sur un mouvement d'épaule (Seoi-nage), puis se dirige vers l'autre uke et pratique un mouvement de hanche (Sode tsuri-komi-goshi) ainsi de suite pendant 20 secondes.

Ces différentes phases de travail sont gérées par l'émission de signaux sonores préalablement enregistrés sur un (PC). Tori (attaquant) et les deux uke (attaqués) sont distants de 4 m, distance séparant les deux combattants lors d'une compétition officielle en judo. La barre fixe (d'une largeur de 1 m) se trouve au milieu du mur, une hauteur de 2,50 m et une profondeur à 50 cm du mur. Un kimono d'une taille XL pendu à la barre fixe, les deux uke se préparent en mouvement en tendant les bras afin d'être saisis facilement. Naturellement, ils ne résistent pas mais restent toniques. Celui qui attaque (Tori) porte un cardiofréquencemètre, permettant l'enregistrement de la fréquence cardiaque toutes les deux secondes. Le but pour Tori est de réaliser le maximum d'Uchi-komi à chaque palier. Nous avons procédé à un essai du test dans le cadre de l'entraînement. Il a été effectué par tous les sujets de l'étude, sans matériel de mesure. Ainsi, il nous a servi comme un apprentissage préalable au test. À travers ce test, notre objectif était de reproduire un effort semblable à celui fourni lors d'un combat de judo tant au niveau des sensations qu'au niveau de l'effort lui-même. Les judokas devaient, à l'issue du test, être amenés à épuisement physique, physiologique et psychologique. Nous espérions aboutir à une baisse du rythme dans la réalisation des techniques, une altération dans cette même réalisation ou éventuellement les deux. Pour mieux nous rendre compte de ces deux facteurs, nous avons demandé aux judokas leurs sensations à travers un questionnaire. [Annexe 01]

Le test physique a été espacé d'une période de 72 heures pour permettre aux judokas d'exprimer au maximum leurs potentiels énergétiques. [4]

2.2.2. Organisation de l'expérimentation

L'expérimentation a été organisée en deux étapes. Chacune comporte un ensemble de tâches bien précises. Il a été procédé comme suit :

1. La première étape (T1) - avril 2018, durant la période précompétitif :

-Le 1^è teste spécifique a été menée 72 heures après le dernier entraînement pour permettre aux judokas d'exprimer au maximum leurs potentiels énergétiques.

Profitant d'un des stades de regroupement des judokas du club CRDBD à GHARDAIA durant la fin de mars 2018, On a commencé notre première étape par l'évaluation de la fréquence cardiaque des athlètes pendant notre test spécifique. Chaque athlète devait effectuer le test avec un cardiofréquence-mètre cela nous permettra de mieux évaluer la (FC) de chacun avec un peu plus de précision possible.

2. Deuxième étape (T2) : cette étape a coïncidé avec la période compétitive des judokas vers la fin du mois d'avril :

- Le 2^{ème} teste spécifique a été menée 72 heures après le dernier entraînement pour permettre aux judokas d'exprimer au maximum leurs potentiels énergétiques. (juste avant le dernier passage de grade).

3. Analyse statistique :

Pour vérifier nos hypothèses, une étude statistique a été menée à l'aide du logiciel SigmaPlot 12.5. La comparaison entre paliers d'UCHI-KOMI a été réalisée avec le test non paramétrique Wilcoxon signed rank test, vu que la condition de normalité n'est pas remplie. Les résultats sont présentés en Moyenne \pm Ecart type (M \pm ES).

Le test de Wilcoxon pour groupes appariés pour les échantillons a été utilisé pour comparer les moyennes de la fréquence cardiaque [la période précompétitif (T1), et la période compétitive (T2)]. Les différences étaient considérées comme étant significatives pour un seuil de signification de $p < 0,05$.

Troisième partie :
Interprétation et discussion des
résultats

3.1. Etudes à travers le teste spécifique effectuées chez les judokas

3.1.1. Comparaison des valeurs de la fréquence cardiaque obtenue au test de judo

3.1.1.1. Comparaison des valeurs de la fréquence cardiaque obtenue au (T1) et (T2)

Le tableau n°1 représente Les valeurs moyennes de la fréquence cardiaque obtenues lors des deux sessions de test.

la comparaison entre les deux périodes, n'a pas montré des résultats statistiquement significatifs pour la fréquence cardiaque maximale, la fréquence cardiaque de repos et la réserve de la fréquence cardiaque et même pour la fréquence cardiaque moyenne, ce malgré la sensible diminution observée de la FC max et le RFC en T1 par rapport à T2 et la sensible diminution observée de la FC de repos et de la FC moyenne en T2 par rapport à T1.

Tableau n°1 : Les valeurs moyennes de la fréquence cardiaque obtenues lors des deux sessions de test.

| | Périodes | $\bar{M} \pm ET$ | W |
|-------------------------|----------|------------------|----|
| FC max (n=13) | T1 | 188,23± 3,37 | ns |
| | T2 | 188,54 ± 5,43 | |
| FC de repos (n=13) | T1 | 49,07 ±3,25 | ns |
| | T2 | 48,69±3,19 | |
| Réserve de FC (n=13) | T1 | 139,15±4,89 | ns |
| | T2 | 139,84±6,91 | |
| FC moyenne (n=13) | T1 | 180,46±4,44 | ns |
| | T2 | 179,92±5,79 | |

$\bar{M} \pm ET$ = moyenne et écart type de l'échantillon ; n= échantillon ; T1 = période précompétitif (PP) ; T2 = période compétitif (PC) ; ns = non significative

3.1.1.2. La fréquence cardiaque maximale en fonction l'âge

Le tableau n°2 représente la moyenne de la fréquence cardiaque maximale des judokas par catégorie d'âge

La comparaison entre les deux catégories d'âge juniore et séniore, ont montrés une significativité statistique à $p < 0,05$, les juniors ont une fréquence cardiaque maximale plus élevée que les séniors.

Tableau n°2 : la moyenne de la fréquence cardiaque maximale des judokas par catégorie d'âge

| | Catégories d'âge | $\bar{M} \pm ET$ | W |
|--------|------------------|-------------------|---|
| FC max | Junior (n=7) | 190,17 \pm 2,40 | * |
| | Sénior (n=6) | 186,33 \pm 3,56 | |

$\bar{M} \pm ET$ = moyenne et écart type de l'échantillon; n= échantillon;
 * = p< 0,05 ; Juniore = 18,19 et 20 ans ; séniore = 21 ans et plus.

3.1.2. Comparaison des valeurs du nombre d'Uchi-komi

3.1.2.1. Comparaison des valeurs du nombre d'Uchi-komi (T1)

La figure n°12 représente Les valeurs moyennes du nombre d'Uchi-komi enregistrées sur l'ensemble des paliers.

Les valeurs moyennes du nombre d'Uchi-komi obtenues au test judo (T1) décroissent du premier palier jusqu'au troisième, puis on observe une amélioration du quatrième jusqu'au dernier palier.

Les valeurs moyennes du nombre d'Uchi-komi enregistrées sur l'ensemble des paliers sont représentées dans la figure n° 12.

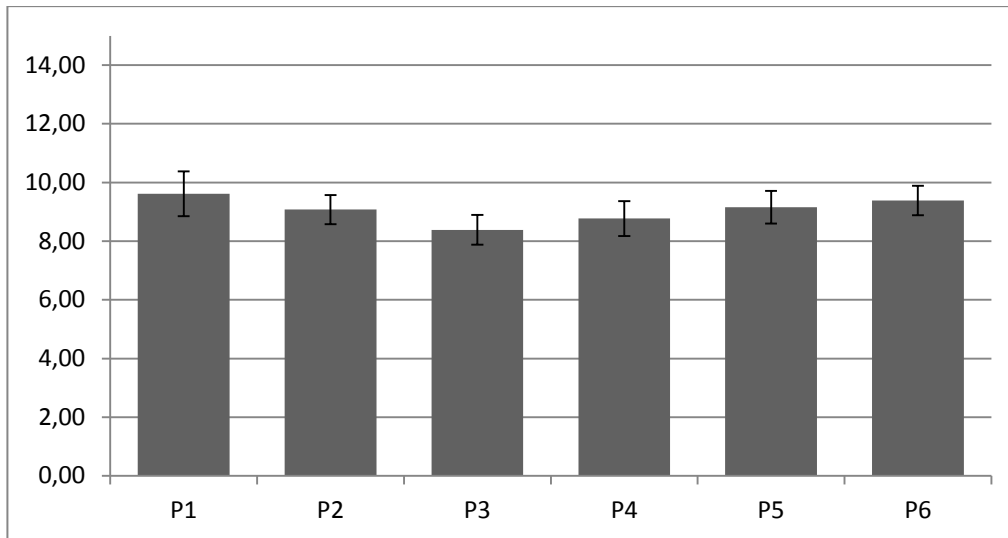


Figure n° 14 : Les valeurs moyennes du nombre d'Uchi-komi obtenues au test judo (T1).

3.1.2.2. Comparaison des valeurs du nombre d'Uchi-komi (T2)

La figure n°13 illustre Les valeurs moyennes du nombre d'Uchi-komi enregistrées sur l'ensemble des paliers.

Les valeurs moyennes du nombre d'Uchi-komi obtenues au test judo (T2) décroissent du premier palier jusqu'au troisième, puis on observe une amélioration du quatrième jusqu'au dernier palier.

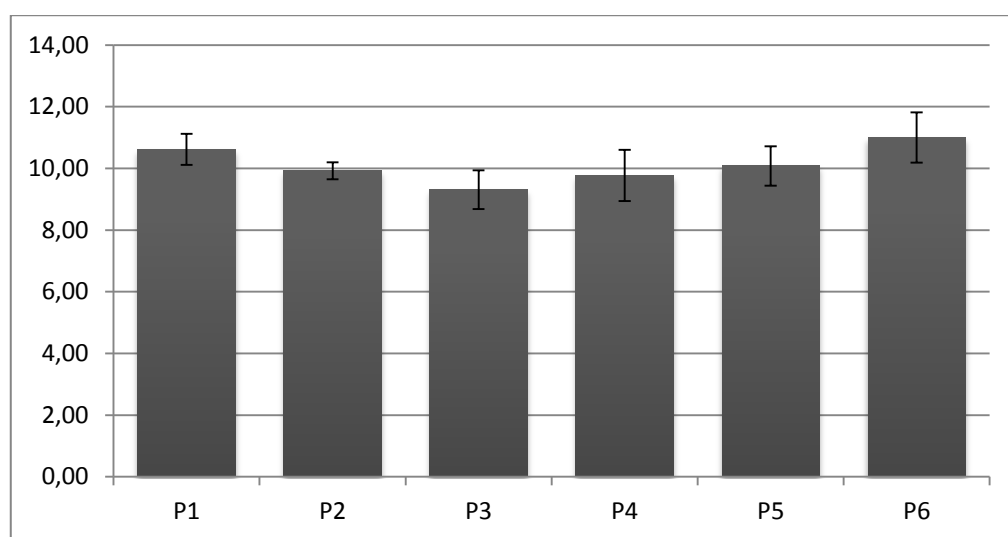


Figure n° 15 : Les valeurs moyennes du nombre d'Uchi-komi obtenues au test judo (T2).

3.1.2.3. Comparaison des valeurs du nombre d'Uchi-komi entre (T1) et (T2)

Les figures n°14 et 15 représente la comparaison des valeurs moyennes du nombre d'Uchi-komi obtenues entre les deux tests de judo (T1) et (T2).

Les valeurs moyennes du nombre d'Uchi-komi obtenues au test judo (T1) et (T2) on observe une déférence significative entre les deux tests .une amélioration des valeurs moyennes du nombre d'Uchi-komi de (T2).

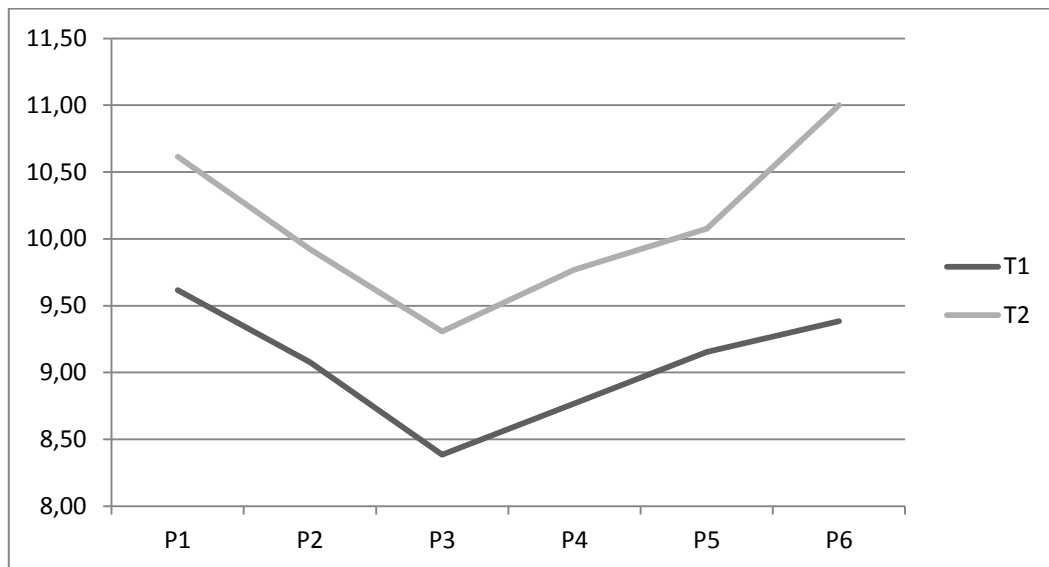


Figure n° 16 : comparaison Les valeurs moyennes du nombre d'Uchi-komi obtenues entre les deux tests de judo (T1) et (T2).

La superposition des courbes des deux tests (Figure 14), (figure 15), (T1) et (T2) nous ont permis de déceler que les sujets en (T1) présentent un nombre d'UCHI-KOMI moyenne bien inférieure à celle de (T2).

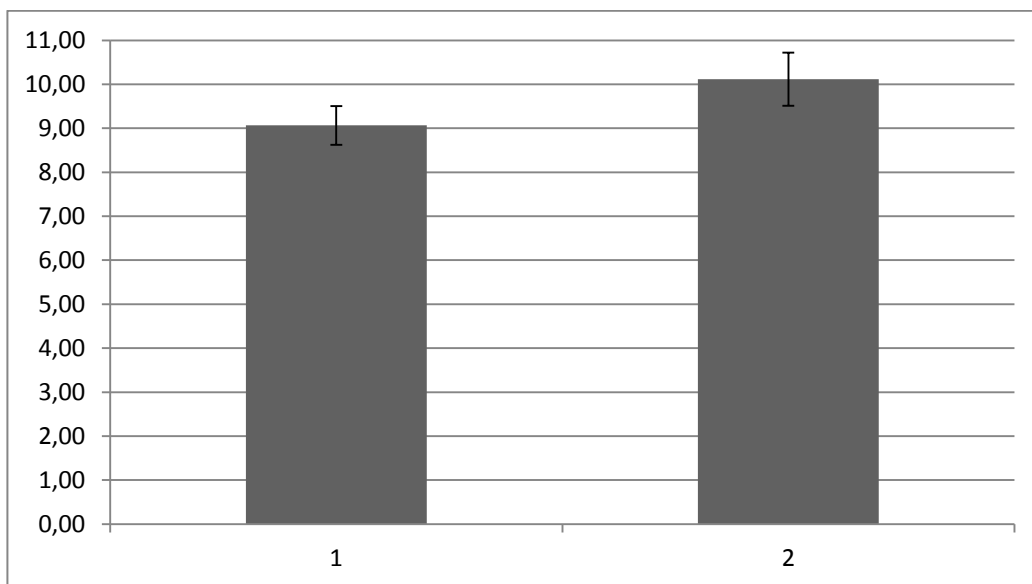


Figure n° 17: comparaison La moyenne des totaux du nombre d'Uchi-komi obtenues entre les deux tests de judo (T1) et (T2).

Le tableau n°3 représente Les valeurs moyennes du nombre d'Uchi-komi obtenues au test de judo (T1) et (T2) de chaque palier.

les comparaisons ont montré une significativité statistique à $p < 0,001$ pour les paliers 01, 02, 03, 05 et 06, et une significativité statistique à $p < 0,01$ pour le quatrième palier, en faveur de T2.

Tableau n°3 : Les valeurs moyennes du nombre d'Uchi-komi réalisée au test de judo (T1) et (T2) de chaque palier.

| Palier | Périodes (n=13) | $M \pm ET$ | W |
|--------|-----------------|------------------|-----|
| P1 | T1 | $9,62 \pm 0,77$ | *** |
| | T2 | $10,62 \pm 0,51$ | |
| P2 | T1 | $9,08 \pm 0,49$ | *** |
| | T2 | $9,92 \pm 0,28$ | |
| P3 | T1 | $8,38 \pm 0,51$ | *** |
| | T2 | $9,31 \pm 0,63$ | |
| P4 | T1 | $8,77 \pm 0,60$ | ** |
| | T2 | $9,77 \pm 0,83$ | |
| P5 | T1 | $9,15 \pm 0,55$ | *** |
| | T2 | $10,08 \pm 0,64$ | |
| P6 | T1 | $9,38 \pm 0,51$ | *** |
| | T2 | $11 \pm 0,82$ | |

$\bar{M} \pm ET$ = moyenne et écart type de l'échantillon ; n= échantillon ; T1 = période pré compétitif (PP) ; T2 = période compétitif (PC) ; P = palier ; *** = P<0,001 ; ** = P<0,01.

3.1.3. Comparaison des valeurs de l'IMC et l'IDE

Le tableau n°4 montre l'indice de développement physique des judokas étudiés par catégorie de poids.

Les résultats révèlent que seules les petites catégories ont un IMC (indice de masse corporelle) dans la normalité. En revanche, les catégories de poids (-81 et +81 kg) ont un net surpoids, et ce durant la période précompétitif.

Tableau n°4 : La moyenne de l'IMC des judokas par catégorie de poids

| Catégories poids (kg) | $\bar{M} \pm ET$ (kg/m ²) |
|-----------------------|---------------------------------------|
| -66 et -73 (n=8) | 21,24 ± 0,13 |
| -81 et +81 (n=5) | 26,07 ± 0,26 |

IMC = indice de masse corporelle ; n= échantillon.

$\bar{M} \pm ET$ = moyenne et écart type de l'échantillon ;

Le tableau n°5 illustre La moyenne de l'IDE des judokas par catégorie de poids.

Pour l'indice de dépense énergétique, en période précompétitif, nos judokas de la catégorie lourde sont plus économiques que les deux autres catégories (tableau n°05). Au contraire les catégories légères des (-66 kg) sont les plus onéreuses en matière de dépense énergétique.

Tableau n°05: La moyenne de l'IDE des judokas par catégorie de poids

| catégorie | $M \pm ET$ (cm ² /kg) |
|------------------|----------------------------------|
| -66 et -73 (n=8) | 279,24 ± 11,40 |
| -81 et +81 (n=5) | 245,09 ± 13,87 |

IDE = indice de dépense énergétique ; $\bar{M} \pm ET$ = moyenne et écart type de l'échantillon ; n= échantillon.

3.1.4. Etudes à travers le questionnaire

La figure n°18 représente le pourcentage de type de fatigue.

Les résultats de la figure n°18 représentent le pourcentage de type de fatigue durant le test chez les différentes catégories d'athlètes étudiés. Nous avons constaté que la fatigue est cardio respiratoire pour la majorité des athlètes (84%) et musculaire pour un athlète (8%) et les deux types pour un autre (8%).

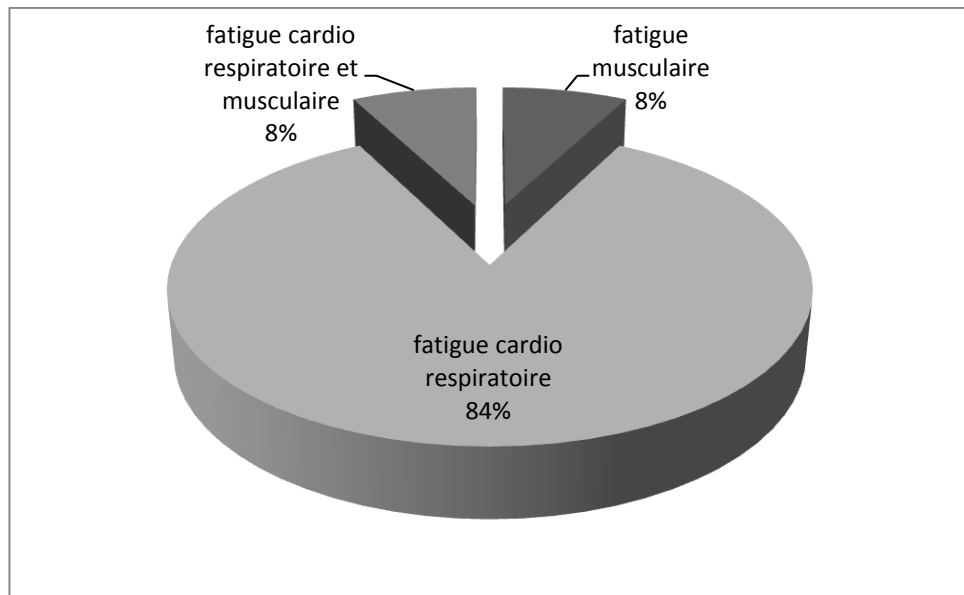


Figure n°18 : pourcentage type de fatigue.

La figure n°19 illustre le pourcentage de la sensation de fatigue.

La figure n° 19 démontre le commencement de la sensation de fatigue en pourcentage par à port aux paliers, pour (69%) des athlètes c'est au 4^{eme} palier et au 5^{eme} palier pour le reste (31%).

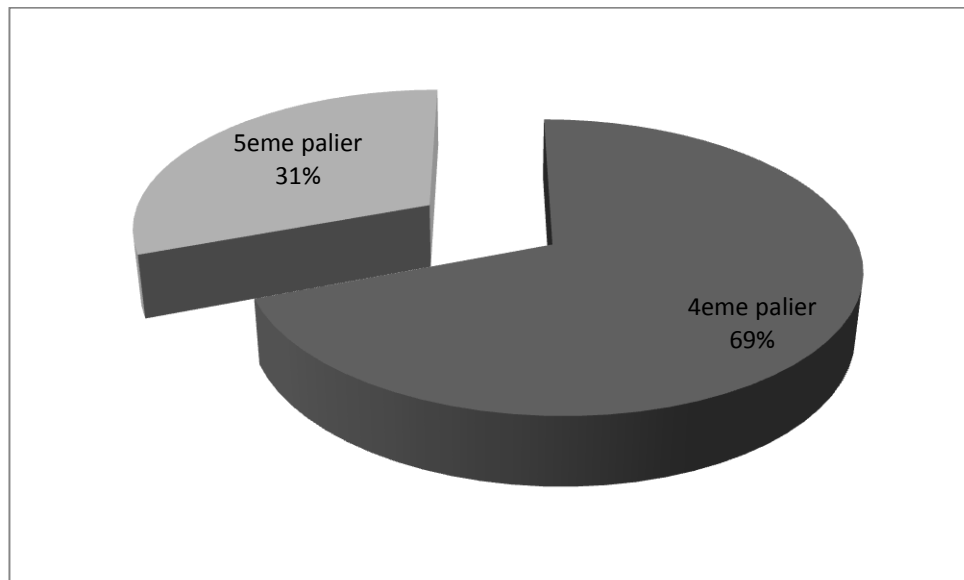


Figure n° 19: pourcentage de la sensation de fatigue

La figure n°20 démontre le pourcentage du niveau de compétition conforme au test.

Concernent le pourcentage de l'estimation des athlètes concernant la représentative de l'effort fournir durant le test par à port à l'effort fournir dans un combat de déférent niveau de compétition. On constate que seul (23%) des athlètes trouvent que, le test est conforme aux compétitions régional, pour la plupart des athlètes (77%) le test est conforme à une compétition national.

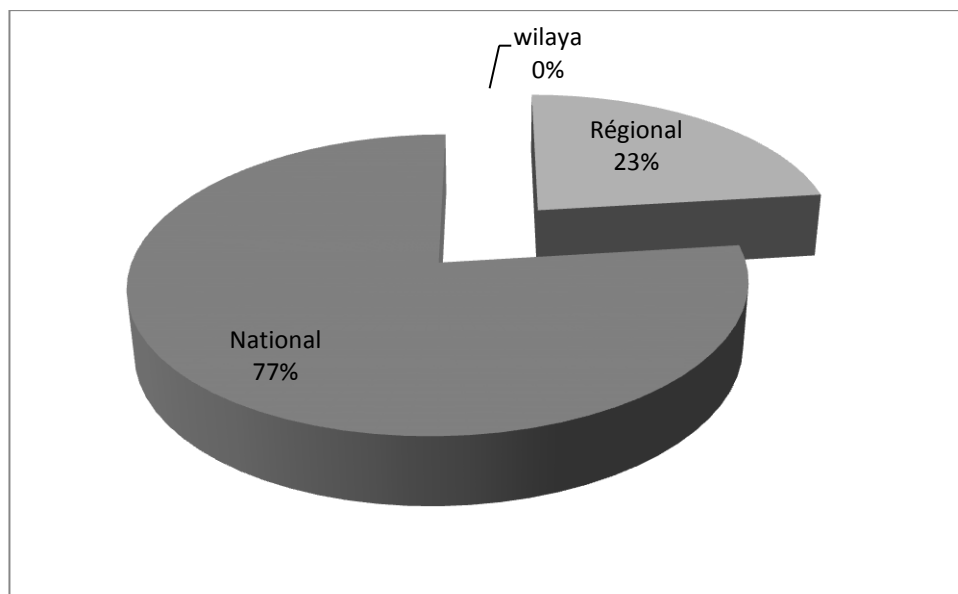


Figure n° 20 : pourcentage du niveau de compétition conforme au test.

La figure n°21 représente le pourcentage de similitude du test aux compétitions.

En ce qui concerne le niveau de similitude entre le test spécifique au judo et l'effort fourni lors d'un combat de judo il a été constaté que la totalité de nos athlètes (100%) trouvent que le test est identique à un combat officielle.

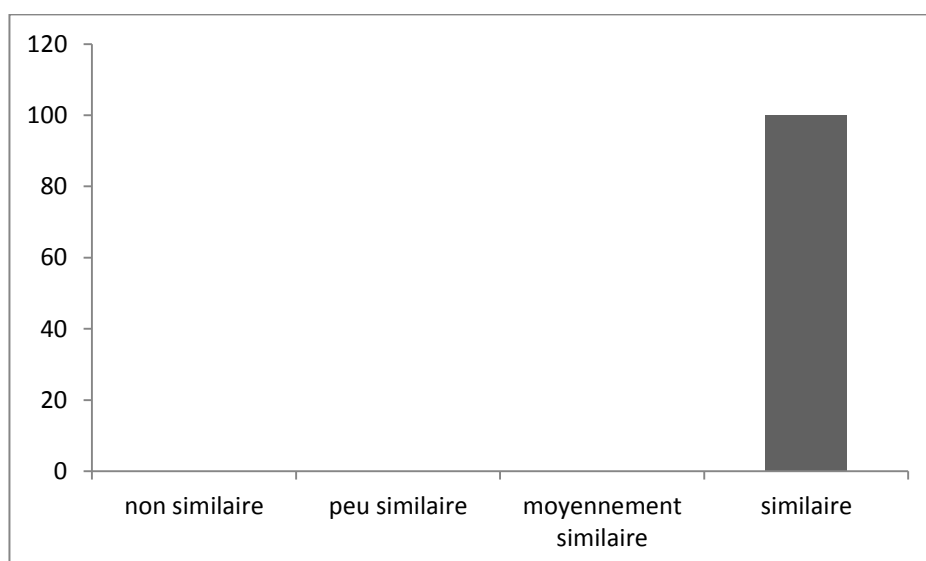


Figure n° 21 : pourcentage de similitude du test aux compétitions.

3.2. Discussion

L'évaluation de l'activité physique chez les sportifs à l'entraînement est un paramètre indispensable pour la performance sportive, afin de faire un suivi, de contrôler, et de tester les capacités physique et physiologiques des athlètes, et l'efficacité du programme d'entraînement.

En comparant les résultats du test spécifique de judo concernant la fréquence cardiaque, et on comparant les résultats de la fréquence cardiaque maximale, la fréquence cardiaque de repos, la réserve de la fréquence cardiaque, et la fréquence cardiaque moyenne, entre la période précompétitive et la période compétitive, Nous remarquons que la fréquence cardiaque maximale entre (T1) et (T2), n'est pas significative. Selon Catherine Maillard (2017) et Seguin Régis (2001), la fréquence cardiaque maximale est le nombre maximal de battements qu'un sujet ne saurait dépasser quel que soit son niveau d'entraînement, [66, 14] cela dit que la fréquence cardiaque maximale chez les athlètes ne dépend pas de l'entraînement, Elle varie en fonction de l'âge.

Concernant la différence de la fréquence cardiaque de repos entre (T1) et (T2), celle-ci n'est pas statistiquement significative. Ceci est peut-être dû au type d'entraînement prodigué durant ces périodes qui est beaucoup plus axé sur le développement de la qualité force-vitesse, qui n'influ pas sur la baisse de la fréquence cardiaque de repos, Contrairement à un programme d'entraînement axé sur le développement de l'endurance. Thierry Gault (2009) démontre qu'après un entraînement de plusieurs années dans le domaine de l'endurance aérobie, on s'aperçoit qu'il y a une augmentation du volume du cœur, ce qui entraîne une économie de la fonction cardiaque, une diminution de la consommation d'énergie pour un même effort donné d'où une diminution de la Fréquence Cardiaque de Repos. [69]

Aucun changement significatif n'est remarqué dans les résultats de la fréquence cardiaque maximale ainsi que les résultats de la fréquence cardiaque de repos durant cette période d'entraînement. Ce qui fait qu'aucune différence significative n'est observée dans les résultats relatifs à la réserve de la fréquence cardiaque et la fréquence cardiaque moyenne.

Les valeurs moyennes du nombre d'Uchi-komi obtenues au test judo (T1) décroissent du premier palier ($9,62 \pm 0,77$) jusqu'au troisième ($8,38 \pm 0,51$). Une amélioration est ensuite observée du quatrième palier jusqu'au dernier ($9,38 \pm 0,51$). Le même constat a été fait pour (T2). Les valeurs moyennes du nombre d'Uchi-komi décroissent du premier palier ($10,62 \pm 0,61$) jusqu'au troisième ($9,31 \pm 0,63$), puis on observe une amélioration du quatrième jusqu'au dernier palier ($11 \pm 0,82$). L'analyse du nombre d'Uchi-komi réalisé (Fig. 12, 13), révèle que la meilleure performance est réalisée au premier palier, cela peut être interprété par un état de fraîcheur au début du test. Une diminution du nombre d'Uchi-komi est ensuite observée du deuxième palier jusqu'au cinquième. Ceci est certainement dû à la fatigue éprouvée à la suite de la réalisation des premières séries. Néanmoins, on note une progression au dernier palier. Nos résultats sont en accord avec ceux de Almansba et al. (2007) [4].

La comparaison des valeurs moyennes du nombre d'Uchi-komi de chaque palier entre les différentes sessions de test (T1) et (T2) chez les judokas, a montré une différence statistiquement significative à $p < 0,001$ pour le 1^{er} palier entre T1 ($9,62 \pm 0,77$) et T2 ($10,62 \pm 0,51$), le 2^{ème} palier T1 ($9,08 \pm 0,49$) et T2 ($9,92 \pm 0,28$), le 3^{ème} palier T1 ($8,38 \pm 0,51$) et T2 ($9,31 \pm 0,63$), le 5^{ème} palier T1 ($9,15 \pm 0,55$) et T2 ($10,08 \pm 0,64$) et le 6^{ème} palier T1 ($9,38 \pm 0,51$) et T2 ($11 \pm 0,82$). Une différence significative a été observée à $p < 0,01$ pour le 4^{ème} palier T1 ($8,77 \pm 0,60$) et T2 ($9,77 \pm 0,83$). À la suite des résultats obtenus nous avons remarqué une amélioration très significative entre T1 et T2 dans tous les paliers.

Conformément à la classification de l'OMS (Marieb, 2010), l'indice de masse corporelle (IMC) de nos judokas était élevé. Ce qui indique que nos judokas étaient en surpoids [20].

Fait marquant, l'état émotionnel ressenti à la deuxième session de test. Malgré l'absence d'adversaire, nos judokas étaient dans un état de stress proche de celui d'avant-compétition. Cet état n'a pas été observé lors de la première session de test. Ceci est peut-être dû au fait que nos athlètes ne connaissaient le test spécifique judo, son intensité et le degré de fatigue qu'il induit.

Les résultats du questionnaire adressé aux athlètes ont montré, que la fatigue ressentie par la plupart des athlètes (84%) est d'ordre cardio respiratoire. Pour 69% des

athlètes la fatigue se ressent au 4^{ème} palier. 31% la ressentent au 5^{ème} palier. Il a été constaté que la totalité de nos athlètes (100%) trouvent que le test est identique à un combat officiel. Pour 23% des athlètes, le test peut être associé au niveau d'une compétition régionale, 77% au niveau d'une compétition nationale. Ce constat nous semble être un indicateur de l'épuisement psychologique et physiologique recherché par le biais du test.

3.3. Conclusion

Au terme de notre étude, et à la lumière des résultats obtenus à l'issue de notre expérimentation, nous sommes parvenus aux conclusions suivantes :

Le test spécifique appliqué aux judokas algériens de niveau régional présente un grand intérêt dans l'évaluation du niveau physique et physiologique. Ce test est proche de ce qui se produit au cours d'un combat de judo officiel (aspect technique, intensité).

Par ailleurs, Les résultats du test spécifique judo a un avantage d'un test de terrain (choix de la période, matériel) avec des particularités proches de ce qui se produit physiologiquement en combat. On peut utiliser ce test comme moyen fiable de l'évaluation de l'état de la forme physique et physiologique du judoka.

A la deuxième session de tests, après découverte de celui-ci par nos athlètes, il s'en est suivi un état émotionnel (stress) proche de celui d'avant-compétition, avant même le début du test. En ce sens ce test paraît générer le même état émotionnel ressenti dans une compétition officielle.

Le test ne démontre pas une évolution sur les différents paramètres de la fréquence cardiaque, même si on constate une légère baisse de la fréquence cardiaque de repos, vu la courte durée de la période qui sépare les deux tests. A partir du test on a pu évaluer l'impact de l'entraînement de la force-vitesse, qui est la qualité la plus dominante à l'entraînement de la période précompétitive, et compétitive. Les comparaisons des valeurs moyennes d'UCHI-KUMI entre les deux périodes nous ont clairement montré cette évolution.

Cette étude préliminaire, limitée à certains paramètres (la courte période d'investigation qui nous était allouée, l'indisponibilité du matériel) ouvre la voie à des perspectives de recherches plus approfondies dans le domaine du contrôle et d'évaluation d'un nombre plus important d'athlètes tout au long de la saison sportive, ainsi que l'utilisation de la fréquence cardiaque comme un paramètre incontournable dans l'interprétation du test.

Références
Bibliographiques

Bibliographie

1. **Abe Ichiro.** "Judo." En collaboration de J.M. Falise et G. Ravinet, éd. Chiron – Sports, 202 p., Paris, « imprimé en Belgique ». (non date).
2. **Akselrod, S., Y. Amitayt, R. M. Lang, V. Mor-Avi, and L. Keselbrener.** (2000). "Spectral Analysis of Left Ventricular Area Variability as a Tool to Improve the Understanding of Cardiac Autonomic Control." *Physiological Measurement*.
3. **Akselrod, S., D. Gordon, F. A. Ubel, D. C. Shannon, A. C. Berger, and R. J. Cohen.** (1981). "Power Spectrum Analysis of Heart Rate Fluctuation: A Quantitative Probe of Beat-to-Beat Cardiovascular Control." *Science* (New York, N.Y.).
4. **Almansbaa,R., E. Franchinib, S. Sterkowicz.** (2007). "Uchi-komi avec charge, une approche physiologique d'un nouveau test spécifique au judo." a Laboratoire sport et santé, faculté des sciences du sport et de l'éducation physique, 12, avenue Camille-Jullian, 33607 Pessac cedex, France, b School of Physical Education and Sport, University of Sao Paulo, 65, Avenue Mello-Moraes, Cidade Universitária, CEP 05508-900, Sao Paulo, Brésil, c Head of Department of Combat Sports, Academy of Physical Education, 78, Al. Jana-Pawła-II, 31-580 Kraków, Pologne.
5. **Anrep, G. V., W. Pascual, and R. Rossler.** (1936). "Respiratory Variations of the Heart Rate. II.--The Central Mechanism of the Respiratory Arrhythmia and the Inter-Relations between the Central and the Reflex Mechanisms." *Proceedings of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*.
6. **Anthony S.** (2012). "le contrôle de l'entraînement en judo" *Conseils*.
7. **BARRAULT D., BRONDANI J-C. et ROUSSEAU D.** (1991). "Médecine du judo". Édition Masson, Paris; pages 6-37.

8. **Berntson, G. G., J T Bigger Jr., D. L. Eckberg, P. Grossman, P. G. Kaufmann, M. Malik, H. N. Nagaraja, et al.** (1997). "Heart Rate Variability: Origins, Methods, and Interpretive Caveats." *Psychophysiology*.
9. **Bonnemeier, Hendrik, Gert Richardt, Jurgen Potratz, Uwe K. H. Wiegand, Axel Brandes, Nina Kluge, and Hugo A. Katus.** 2003. "Circadian Profile of Cardiac Autonomic Nervous Modulation in Healthy Subjects: Differing Effects of Aging and Gender on Heart Rate Variability." *Journal of Cardiovascular Electrophysiology*.
10. **Breuer, H. W., A. Skyschally, R. Schulz, C. Martin, M. Wehr, and G. Heusch.** (1993). "Heart Rate Variability and Circulating Catecholamine Concentrations during Steady State Exercise in Healthy Volunteers." *British Heart Journal*.
11. **Britton, Annie, Martin Shipley, Marek Malik, Katerina Hnatkova, Harry Hemingway, and Michael Marmot.** (2007). "Changes in Heart Rate and Heart Rate Variability over Time in Middle-Aged Men and Women in the General Population (from the Whitehall II Cohort Study)." *The American Journal of Cardiology*.
12. **Carrío C.** (2006). *Sports de combat, préparation physique*. Ed. Amphora, 168 p.
13. **CASSIRAME J., M.I. STUCKEY, F. SHEPPARD, N. TORDI.** (2013). "Accuracy of the Minicardio system for heart rate variability analysis compared to ECG".
14. **Catherine Maillard.** (2017). "La fréquence cardiaque : le meilleur atout santé du sportif". Congrès de la Société Européenne de Cardiologie (ESC) Munich.
15. **Cazorla G., L. Leger, J. F. Marini.** (1983). "Les épreuves d'effort en physiologie." *Travaux de Recherche en EPS*, n°7, pp. 75 — 81.
16. **Chang, C. S., C. W. Ko, H. C. Lien, and M. C. Chou.** (2010). "Varying Postprandial Abdominovagal and Cardiovagal Activity in Normal Subjects." *Neurogastroenterology & Motility*.

17. **CRISTELE MANUELLE.** (2008). "les 5 fonctions vitales du corps humain." EDITIONS LAMARRE LES FONDAMENTAUX. IMPRIMIE EN ITALY. PAGE 84 ,85.
18. **Donders, Franciscus Cornelis. n.d.** "Zur Physiologie Des Nervus Vagus." Pfluegers. Arch Eur J Physiol 1: 334–61. (non daté).
19. **DONZEL J.** (1979). "contribution à l'étude d'un profil de judoka de haut niveau à l'aide de tests de valeur physique de Fleishmann." PARIS, Mémoire INSEP.
20. **ELAINE. N.M. KATJA. H.** (2010). "anatomie et physiologie humaines." Imprimé au canada. Adaptation de la 8e édition américaine. Adaptation française : Linda M. René L. Ed.PEARSON EDUCATION France. ; pp. 604 – 603 – 785.
21. **Felber Dietrich, Denise, Christian Schindler, Joel Schwartz, Jean-Claude Barthelemy, Jean-Marie Tschopp, Frederic Roche, Arnold von Eckardstein, et al.** (2006). "Heart Rate Variability in an Ageing Population and Its Association with Lifestyle and Cardiovascular Risk Factors: Results of the SAPALDIA Study." Europace: European Pacing, Arrhythmias, and Cardiac Electrophysiology: Journal of the Working Groups on Cardiac Pacing, Arrhythmias, and Cardiac Cellular Electrophysiology of the European Society of Cardiology.
22. **François Trudeau Danielle R. Bouchard.** (2006). "Reproductibilité de la relation fréquence cardiaque--consommation d'oxygène." Université du Québec à Trois-Rivières. pp. 30.
23. **Jackowska, Marta, Samantha Dockray, Romano Endrighi, Hilde Hendrickx, and Andrew Steptoe.** (2012). "Sleep Problems and Heart Rate Variability over the Working Day." Journal of Sleep Research.
24. **Johan Cassirame.** (2016). "Intérêts et limites de l'utilisation de l'analyse de la variabilité de la fréquence cardiaque pour la pratique sportive." Université de Franche-Comté.

25. **Hales, Stephen.** (1779). "La statique des végétaux et celle des animaux." expériences lues à la Société royale de Londres.
26. **Hales Stephen.** (1733). "Statical essays - containing haemostatics." London - W Innys & R Manby (vol.2).
27. **Hayano, J., M. Yamada, Y. Sakakibara, T. Fujinami, K. Yokoyama, Y. Watanabe, and K. Takata.** (1990). "Short- and Long-Term Effects of Cigarette Smoking on Heart Rate Variability." *The American Journal of Cardiology.* pp. 84–88.
28. **Hon, E. H.** (1996). "The Electronic Evaluation of the Fetal Heart Rate. Preliminary Report. 1958." *American Journal of Obstetrics and Gynecology.* pp. 747–48.
29. **Hon, E. H., and S. T. LEE.** (1963). "ELECTRONIC EVALUATION OF THE FETAL HEART RATE. VIII. PATTERNS PRECEDING FETAL DEATH, FURTHER OBSERVATIONS." *American Journal of Obstetrics and Gynecology.* pp. 814–26.
30. **Hon, E. H., D. Zannini, and E. J. Quilligan.** (1975). "The Neonatal Value of Fetal Monitoring." *American Journal of Obstetrics and Gynecology.* pp. 508–19.
31. **Hooper, S. L., L. T. Mackinnon, A. Howard, R. D. Gordon, and A. W. Bachmann.** (1995). "Markers for Monitoring Overtraining and Recovery." *Medicine and Science in Sports and Exercise.* Pp. 106–12.
32. **Kamath, M. V., E. L. Fallen, and R. McKelvie.** (1991). "Effects of Steady State Exercise on the Power Spectrum of Heart Rate Variability." *Medicine and Science in Sports and Exercise.* pp. 428–34.
33. **Koh, J., T. E. Brown, L. A. Beightol, C. Y. Ha, and D. L. Eckberg.** (1994). "Human Autonomic Rhythms: Vagal Cardiac Mechanisms in Tetraplegic Subjects." *The Journal of Physiology.* pp. 483–95.

34. **Kreibig, Sylvia D.** (2010). "Autonomic Nervous System Activity in Emotion: A Review." *Biological Psychology*. pp. 394–421.
35. **Kurths, J., A. Voss, P. Saperin, A. Witt, H. J. Kleiner, and N. Wessel.** (1995). "Quantitative Analysis of Heart Rate Variability." *Chaos* (Woodbury, N.Y.).
36. **Laukkanen, R.M. & Virtanen, P.K.** (1998). "Heart rate monitors" state of the art. *J Sports Sci* 16 Suppl.
37. **Lee, Chia-Lun, and Wen-Dien Chang.** (2013). "The Effects of Cigarette Smoking on Aerobic and Anaerobic Capacity and Heart Rate Variability among Female University Students." *International Journal of Women's Health*.
38. **LEPLANQUAIS F., COTINAUD M., LACOUTURE P., TRILLES F., MAYEUR H.** (1995). "Proposition pour une musculation spécifique : Exemple du judo." *Cinésiologie*.
39. **Lida, J., Saiki, I., Ishihara, C. & Azuma, I.** (1989). "Protective activity of recombinant cytokines against Sendai virus and herpes simplex virus (HSV) infections in mice."
40. **Lüderitz, Berndt.** (2002). "History of the Disorders of Cardiac Rhythm." *Wiley-Blackwell ; Futura Publishing Company Inc.* 171 p.
41. **Ludwig, Carl.** (1847). "Beiträge Zur Kenntniss Des Einflusses Der Respirationsbewegungen Auf Den Blutlauf Im Aortensysteme." *Arch Anat Physiol Wiss Med*.
42. **Maciel, B. C., L. Gallo, J. A. Marin Neto, E. C. Lima Filho, and L. E. Martins.** (1986). "Autonomic Nervous Control of the Heart Rate during Dynamic Exercise in Normal Man." *Clinical Science* (London, England: 1979).
43. **MAJEAN et al.** (1989). "approche physiologique du judo sur le terrain." unité de recherche médico-sportive du CREFOP judo de Grenoble.

44. **Malliani, A., F. Lombardi, and M. Pagani.** (1994). "Power Spectrum Analysis of Heart Rate Variability: A Tool to Explore Neural Regulatory Mechanisms." *British Heart Journal*.
45. **Malliani, A., M. Pagani, and F. Lombardi.** (1995). "Power Spectral Analysis of Heart Rate Variability and Baroreflex Gain." *Clinical Science* (London, England: 1979).
46. **Mamadou moustapha fall.** (2009). "évolution de la fréquence cardiaque et de la pression artériel et perception de la fatigue a l'effort lors de deux incréments de charge sur ergocycle chez les judokas adultes du Dakar université club (duc)." STAPS de Dakar.
47. **Manno R.** (1989) : "Les bases de l'entraînement sportif." éd. Revue EPS.
48. **Martinmaki, Kaisu, Keijo Hakkinen, Jussi Mikkola, and Heikki Rusko.** (2008). "Effect of Low-Dose Endurance Training on Heart Rate Variability at Rest and during an Incremental Maximal Exercise Test." *European Journal of Applied Physiology*.
49. **Massin, M. M., K. Maeyns, N. Withofs, F. Ravet, and P. Gerard.** (2000). "Circadian Rhythm of Heart Rate and Heart Rate Variability." *Archives of Disease in Childhood*.
50. **Matveev, Mikhail, and Rada Prokopova.** (2007). "Normal and Abnormal Circadian Profiles of Heart Autonomic Balance, Evaluated by Time-Related Common Indicator of Heart Rate Variability." *Anadolu Kardiyoloji* (July).
51. **Matveiev L. P.** (1983). *La base de l'entraînement*. Ed. Vigot, Paris, 184 p.
52. **Paillard T.** (2010) : *Optimisation de la performance sportive en judo*, éd. De Boeck université Bruxelles.
53. **Pascal Prevost.** (2002). "Contrôler la fréquence cardiaque." *Université Paris XII. Sport, Santé et Préparation Physique, N°1*.

54. **PETIT ROBERT.** (1994).
55. **Pichon, Aurelien, Frederic Nuissier, and Didier Chapelot.** (2010). "Heart Rate Variability and Depressed Mood in Physical Education Students: A Longitudinal Study." *Autonomic Neuroscience: Basic & Clinical.*
56. **Pierre SAGNA.** (2011). "Comparaison des valeurs moyennes de la fréquence cardiaque et de la pression artérielle de quelques étudiants de l'INSEPS, optionnaires de combat, enregistrées avant et à la fin de combats de judo et de lutte d'une durée de trois minutes." INSEPS.
57. **Porges, S. W., and D. C. Raskin.** (1969). "Respiratory and Heart Rate Components of Attention." *Journal of Experimental Psychology.*
58. **Rajendra Acharya, U, K Paul Joseph, N. Kannathal, Choo Min Lim, and Jasjit S. Suri.** (2006). "Heart Rate Variability: A Review." *Medical & Biological Engineering & Computing.*
59. **RAMBIER R.** (1991). "Programmation de l'entraînement chez le judoka de haut niveau". 2ème journée médicale de la F.F.J.D.A.
60. **Ramaekers, D., H. Ector, A. E. Aubert, A. Rubens, and F. Van de Werf.** (1998). "Heart Rate Variability and Heart Rate in Healthy Volunteers. Is the Female Autonomic Nervous System Cardioprotective?" *European Heart Journal.*
61. **Rauh, Robert, Michaela Burkert, Martin Siepmann, and Michael Mueck-Weymann.** (2006). "Acute Effects of Caffeine on Heart Rate Variability in Habitual Caffeine Consumers." *Clinical Physiology and Functional Imaging.*
62. **Roux M.** (2002). "les entraîneurs de judo face à la complexité de sa discipline". colloque national de judo. INSEP, octobre 2002.

63. **Sayers, B. M.** (1973). "Analysis of Heart Rate Variability." *Ergonomics*.
64. **Schwartz, Janice B., William J. Gibb, and Ton Tran.** (1991). "Aging Effects on Heart Rate Variation." *Journal of Gerontology*.
65. **Schwarz, Alfons M., Hartmut Schachinger, Rolf H. Adler, and Stefan M. Goetz.** (2003). "Hopelessness Is Associated with Decreased Heart Rate Variability during Championship Chess Games." *Psychosomatic Medicine*.
66. **Seguin Régis.** (2001). "la programmation de l'entraînement de judo au niveau du club". Colloque national sur la programmation de l'entraînement sportif. Edition INSEP.
67. **Sikorski, Mickiewicz, Majle and Laska.** (1987). "Structure of the contest and work capacity of the judoist".
68. **Swiss Olympic.** (2015). "Manuel de diagnostic de performance." Maison du Sport Talgut-Zentrum , 27 3063 Ittigen près de Berne.
69. **Thierry GAULT.** (2009). "LA PERFORMANCE".
70. **Thierry Laporte.** (2011). "Le Cardiofréquencemètre : Intérêts et Limites." Bordeaux. Résumé de l'ouvrage "le Guide du Cardiofréquencemètre " Auteurs T.Laporte .F. Carré Editions Frison Roche.
71. **Thomas. R.** (1989). "tests d'adaptation de judo, dérivé du test Léger/Mercier." *Médecine du sport*, 63 (6), 286 – 288,.
72. **Tulppo, Mikko P., Arto J. Hautala, Timo H. Makikallio, Raija T. Laukkanen, Seppo Nissila, Richard L. Hughson, and Heikki V. Huikuri.** (2003). "Effects of Aerobic

Training on Heart Rate Dynamics in Sedentary Subjects.” *Journal of Applied Physiology*.

73. **Weineck J.** (1997). “Manuel de l’entraînement.” 4ème éd. VIGOT, 177 p., France.
74. **Werchaschanski.** (1992). “l’entraînement efficace.” Edition Presse universitaire de France. Paris,.
75. **Yamamoto, Y, R. L. Hughson, and Y. Nakamura.** (1992). “Autonomic Nervous System Responses to Exercise in Relation to Ventilatory Threshold.”.
76. **Yukishita, Takehiko, Keiko Lee, Sungdo Kim, Yu Yumoto, Akiko Kobayashi, Takuji Shirasawa, and Hiroyuki Kobayashi.** (2010). “Age and Sex-Dependent Alterations in Heart Rate Variability.” *Anti-Aging Medicine*.
77. **Zhang, Da, Jin She, Zhengbo Zhang, and Mengsun Yu.** (2014). “Effects of Acute Hypoxia on Heart Rate Variability, Sample Entropy and Cardiorespiratory Phase Synchronization.” *Biomedical Engineering Online*.
78. **Zhong, Xu, H. John Hilton, Gregory J. Gates, Sanja Jelic, Yaakov Stern, Matthew N. Bartels, Ronald E. Demeersman, and Robert C. Basner.** (2005). “Increased Sympathetic and Decreased Parasympathetic Cardiovascular Modulation in Normal Humans with Acute Sleep Deprivation.” *Journal of Applied Physiology*.

Annexes

Annexe 01 : Questionnaire

Nom et prénom :

- Ce test vous a-t-il paru difficile ? Si oui à quel niveau ?

هل كان الاختبار صعباً؟ إذا كان نعم في أي مستوى؟

.....

- À partir de quel palier avez-vous commencé à ressentir une baisse dans le rythme et/ou une dégradation de la technique ?

في أي مرحلة بدأت الاحساس بتناقل الوثيرة و/أو تناقص الجانب التقني؟

.....

- Ce test est-il représentatif de l'effort que vous fournissez durant un combat de judo de cinq minutes lors d'une compétition officielle ? De quel niveau ? Régional ? Interrégional ? National ? International ?

هل هذا الاختبار يمثل المجهود الذي تقدمه أثناء المنافسات ذو الخمس دقائق في البطولات الرسمية؟

لا

نعم

في أي من البطولات الرسمية :

الولائية

الجهوية

الوطنية

- Quel est le niveau de similitude entre ce test et l'effort fournit lors d'un combat de judo ?

إلى أي حد يتقارب المجهود المبذول أثناء الاختبار بالمجهود المبذول في المنافسات

non similaire.

لا يتقارب

peu similaire.

متقارب بشكل ضئيل

moyennement similaire.

متقارب بشكل متوسط

similaire.

متشابه

| University of Abderrahmane Mira-Bejaia | | |
|--|--|-------------|
| TITLE: | Variation of the heart rate Algerian judokas during the competitive period | |
| Degree: | MsC in Science and Technology of Physical and Sports Activities | year : 2018 |
| Specialty: | Elite Sports Training | |
| <p>Abstract: the aim of our work is to study the variations of the Algerian judoka's pulse rate using specific in-situ field test designed to Judo developed and validated by a research team in France.</p> <p>13 judokas took part in this study, having an experience of 9.38 ± 4.11 years, with average age of 21.46 ± 3.73 years (senior age group men), an average size of 173 ± 0.04 and average weight of 69.15 ± 11.58 kg.</p> <p>The results of this study show that there is no difference in different pulse rate parameters. An evolution of the technical execution speed. An evolution of the technical execution speed was observed through the achieved number of UCHI-KUMI.</p> | | |
| Keywords: pulse rate, in situ test, technical execution speed, UCHI-KUMI. | | |
| Faculty of Human and Social Sciences Department of Science and Technology of Physical and Sports Activities | | |
| Student: | Cherifi khalili | |
| supervisor: | Dr A. B. benosmane | |