



REPUBLIQUE DU SENEGAL

Un peuple – Un but – Une foi

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP

INSTITUT NATIONAL SUPERIEUR DE
L'EDUCATION POPULAIRE ET DU SPORT
(INSEPS)

DEPARTEMENT DE L'EDUCATION PHYSIQUE ET DU SPORT
MEMOIRE DE MAITRISE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE
L'ACTIVITE PHYSIQUE ET DU SPORT
(STAPS)

THEME :

EVOLUTION DE LA FREQUENCE CARDIAQUE ET DE LA PRESSION
ARTERIELLE ET PERCEPTION DE LA FATIGUE A L'EFFORT LORS DE DEUX
INCREMENTS DE CHARGE SUR ERGOCYCLE CHEZ LES JUDOKAS ADULTES
DU DAKAR UNIVERSITE CLUB (DUC)

EDITION 2009

Présenté et soutenu par :
MAMADOU MOUSTAPHA FALL

Encadré par :
Mr ABDOULAYE BA professeur à l'université CHEIKH ANTA DIOP DE
DAKAR, Docteur à la faculté de médecine.

Année Académique 2008 / 2009



SOMMAIRE

Résumé.....	5-6
INTRODUCTION ET PROBLEMATIQUE.....	8-9
CHAPITRE I : REVUE DE LA LITTERATURE	10-17
I. HISTOIRE DU JUDO ET SON ENTRAINEMENT	11-14
I.1. HISTOIRE DU JUDO	11-12
I.2. DESCRIPTIONS DES TYPES DE MOUVEMENTS	12-14
I.3. DEPENSES ENERGETIQUES LORS DU JUDO	14
II LES GRANDEURS CARDIOVASCULAIRES	15-17
II.1 La fréquence cardiaque.....	15
II.2. La pression artérielle.....	16-17
CHAPITRE II : TRAVAIL PERSONNEL.....	18-24
I.SUJETS	19
II.MATERIEL	19
III. METHODOLOGIE.....	20
IV. ANALYSE STATISTIQUE.....	20
RESULTATS.....	21-24
CHAPITRE III : : COMMENTAIRES.....	25-28
1. La durée de l'effort	26
2. L'évolution de la fréquence cardiaque.....	26
3. La pression artérielle.....	26-28
4. Limites du travail.....	28
CONCLUSION	29-30
BIBLIOGRAPHIE.....	31-33
ANNEXES.....	34-40

DEDICACES

Gloire à **ALLAH** le tout puissant, clément et miséricordieux

Prière sur son humble prophète **MOHAMED (PSL)**

Je dédie ce modeste travail à :

- ❖ **Mes parents** que j'aime tellement et que je dois reconnaissance infinie pour m'avoir donné une bonne éducation ;
- ❖ Mon défunt père **Boubacar Fall**, que la terre lui soit légère, qu'ALLAH l'accompagne dans son paradis ;
- ❖ Ma mère **Adama LO** béni soit tu par le clément et qu'il t'accorde longue vie et le bonheur de vivre les triomphes de tes enfants ;
- ❖ **Pape Samba Ndiaye** pour son soutien moral, affectif ;
- ❖ **Serigne Saliou Mbacké**, que la terre lui soit légère pour son soutien multidimensionnel ;
- ❖ **Serigne Abdou Rahmane Mbacké** pour son assistance moral ;
- ❖ Mes oncles **Bara Lô, Ndiaga Lô**, pour leur soutien à toute la famille ;
- ❖ Mes frères et sœurs: **Ndiaga Fall, Assane Fall, Mbaye Fall, Amy Fall, Tako Fall, Ndeye Fall** ;
- ❖ Mes tantes **Awa Lo, Ndiaya Lo, Absa Lo** pour tout ce qu'elles ont fait pour moi ;
- ❖ Mes amis et sœurs : **Khady Ndiaye, Astou Ndiaye, Issa Ndiaye, Amy Ndiaye, Nogaye Ndiaye** ;
- ❖ Mes neveux et nièces : **Serigne Modou Kara Fall, Mor Fall, Khady Fall** ;
- ❖ Mes amis d'enfance : **Modou Mbaye, Amadou Fall, Mohamed Kébé, Babou diop, Serigne Omar Ndiaye, Mohamed Kébé, Cheikh Fall** ;

- ❖ **Momar Kébé** pour son soutien financier et **Pape Kébé** et toute la famille Kébéméroise ;
- ❖ Mon amie et sœur **Fatou gaye** qui a beaucoup contribué dans ma carrière, et son mari **Ass Kébé** ;
- ❖ Mes camarades de promotion avec qui j'ai cheminé arduement et partagé des années d'expérience inoubliables à l'université ;
- ❖ Tous les judokas du DUC
- ❖ Tous ceux qui me sont chers, retrouvez ici l'expression de mes sentiments les plus sincères.
- ❖ Mes camarades **Mohamed Sylla, Issa Ndoye, Abdou Ndoye, Bamba Ndoye, Pierre, Ndeye Fatou, Isseu, Fatou, Ndeye Khady, Omar Kébé, Cheikh Guerre, Mohamed Gako, Eumeu Dia, Ousmane .**
- ❖ Mon oncle Pape **Mor Fall** pour son soutien moral, affectif et financier.
- ❖ Ma sœur **Ndeye Sokhna Kébé** et à toute la famille **Khaly Omar Fall** de Piire

REMERCIEMENTS

L'occasion m'est enfin donné d'exprimer mes vifs remerciements à ALLAH, pour tout.

Mes remerciements vont à l'endroit de :

- ✚ **Mr Abdoulaye Ba**, mon professeur et Directeur de mémoire qui m'a beaucoup soutenu et n'a ménagé aucun effort pour la réussite de ce travail, son sens de responsabilité, sa rigueur et son sérieux nous a poussé à travailler. Que dieu l'accorde longue vie, santé de fer et plus d'avancement dans tout ce qu'il entreprend.
- ✚ **Mr Mbargou** pour toute sa contribution à cette étude, que dieu l'accorde longue vie, avancement professionnel, santé.
- ✚ **Gerrard** qui nous a aidé à l'orientation de l'étude.
- ✚ **Babacar Gassama** pour la conception, la saisie et la réalisation de ce travail.
- ✚ Tous les professeurs de l'INSEPS : Messieurs **Fall, Seye, Diop, Diouf, Sow, Dia, Thiam, Thioune, Camara, Sané, Mar, Ndiaye, Sano, Gueye, Samb.**
- ✚ **Djiby Seck** professeur à l'INSEPS de DAKAR ;
- ✚ **Diop Gueye** maître judo à l'UCAD
- ✚ **Gregoire Diatta et Anastasie Thiam** pour leur soutien de l'organisation de ce travail.

RESUME

Dans un souci d'évaluation correcte à l'effort des sportifs ou des sujets actifs en général, plusieurs protocoles d'exercice sont utilisés et comparés dans la littérature. Les auteurs cherchent à obtenir le protocole qui permet le mieux d'aboutir à un effort maximal tout en sollicitant les groupes musculaires et les systèmes de l'organisme les plus impliqués au moment de l'activité physique. Ceci est également valable pour les patients.

Nous avons cherché dans cette étude, à évaluer les modifications au niveau cardiovasculaire (fréquence cardiaque et pression artérielle) à l'effort chez le judoka en réalisant des épreuves d'effort progressives sur bicyclette ergométrique. Ce moyen de routine n'étant pas forcément le mieux indiqué dans ce type de sport car sollicitant davantage les membres inférieurs, nous avons précisément étudié les réponses cardiovasculaires au cours de 2 protocoles d'exercice différents : un incrément de 20 W/min et un autre de 40 W/2min. Nous avons également apprécié la pénibilité de l'effort exprimée en termes de degré de fatigue au décours des 2 incréments de charge.

L'âge moyen des judokas est de $22,16 \pm 2,78$ ans. Le poids moyen est de $78,33 \pm 17,8$ Kg pour une taille moyenne de $176,66 \pm 9,3$ cm

Il n'y a pas de différence significative entre les performances exprimées en temps d'effort soutenu ($p = 0,102$). Il en est de même entre les fréquences cardiaques de repos (FC repos) comme maximales (FCmax). Les variations de fréquences cardiaques entre repos et effort (ΔFC) ne sont pas non plus significativement différentes. Le même constat est fait pour les pressions artérielles systoliques (PAS) et diastoliques (PAD). La durée moyenne de l'effort est de $690 \pm 50,2$ s et $730 \pm 79,75$ s respectivement pour le protocole de 20 W / min et celui de 40 W / 2min.

Sur la perception globale de la fatigue entre les 2 incréments de charge selon l'échelle de Borg, il n'y a pas de différence significative ($p = 0,31$)

La seule différence statistiquement significative a été observée entre les FC atteintes lorsque les mêmes temps d'effort sont considérés aussi bien pour le 20 W / mn que pour le 40 W / 2 mn ($p = 0,031$).

Nos résultats suggèrent qu'il n'y a pas de différence pour ce qui est de la comparaison des réponses cardiovasculaires à l'effort maximal progressif lorsque des incréments de charge différents sont utilisés mais à puissances comparables. Il en est de même pour ce qui est de la perception de la pénibilité de l'effort. A durées d'exercice égales, les incréments rapides (exemple : 20 W / min) élèvent davantage la fréquence cardiaque comparés aux paliers plus longs (exemple : 40 W / 2 min). Ces résultats vont globalement dans le même sens que ceux de la littérature dans des disciplines sportives différentes de celle que nous avons choisie c'est-à-dire le judo. Le protocole de 20 W / min semble donc mieux indiqué pour évaluer le niveau d'entraînement des judokas. Cependant, la faible taille de notre échantillon limite la possibilité de donner une conclusion formelle.



**INTRODUCTION
ET
PROBLEMATIQUE**

INTRODUCTION ET PROBLEMATIQUE

Sport de compétition de haut niveau, le judo est aussi un art de défense, une discipline éducative, riche et attractive [6]. Dix millions d'hommes et de femmes pratiquent actuellement le judo. Il y a dans le monde cent mille ceintures noires, plus de trente fédérations nationales contrôlant des milliers de clubs qui dépendent des cinq unions continentales de judo [7]. Au Sénégal, la région de Dakar compte rien que pour les licenciés, environ neuf cent (900) pratiquants [9].

Cependant la pratique du judo doit respecter certaines règles afin d'éviter les accidents et de pouvoir obtenir de bons résultats dans les compétitions. Celle-ci, comme dans les autres disciplines sportives, doit tenir compte de la physiologie du corps humain. En effet, l'activité physique intense est à la base d'importantes modifications et adaptations dans l'organisme dans le but d'améliorer les performances.

Les principales fonctions du système cardiovasculaire consistent à ravitailler en substrats nutritifs et en oxygène les cellules qui composent l'organisme et à l'éliminer les produits terminaux du métabolisme [10]. Au cours de l'effort la quantité de sang éjectée par le cœur augmente proportionnellement à l'intensité de l'exercice jusqu'aux environ de 50 à 60% de la consommation maximale d'oxygène (VO_{2max}) puis plafonne. Le débit cardiaque s'élève rapidement, puis plus lentement et atteint un maximum [10].

L'entraînement est une phase de préparation physique, technique et tactique. On y déploie des efforts importants et soutenus. A la fin de l'effort, et selon l'intensité, on note une fatigue plus ou moins importante, ressentie notamment au niveau musculaire.

Le sportif, quel que soit sa discipline a besoin d'être évalué régulièrement dans ses capacités à maintenir une performance ou à l'améliorer.

Le meilleur moyen d'évaluer le pratiquant est celui qui l'accompagne dans ses aptitudes et son terrain de prédilection. Chez les sportifs, un coureur par

exemple sera mieux exploré sur un tapis roulant ; l'idéal étant de le tester sur une piste de compétition. On utilisera un vélo pour un cycliste et un ergomètre à bras pour un kayakiste ou un handicapé moteur des jambes. L'évaluation se fait classiquement au laboratoire en utilisant une bicyclette ergométrique ou un tapis roulant. L'exercice peut être à charge ou à puissance exprimée en Watt (W) croissante ; on parle d'épreuve d'effort progressive ou triangulaire. Il peut être aussi à charge ou à puissance constante ; on parle d'épreuve rectangulaire.

Le judo est une activité sportive complexe qui nécessite l'acquisition, l'amélioration, puis l'optimisation des qualités requises. Ces qualités sont physiques (vitesse, force, souplesse, agilité), physiologiques (endurance spécifique, résistance spécifique), techniques (système d'attaque personnel debout et au sol, défense), psychologiques (mental, motivation, stabilité). Les qualités physiques et physiologiques ont besoin d'une excellente adaptation cardiovasculaire pour la continuité des efforts. La compétition a permis de constater que les combats sont décomposés en une suite d'attaques. Ces dernières sont de 20 à 40 secondes séparées par une dizaine de pauses de 10 à 20 secondes pour une durée de 5 minutes par combat. L'organisme fournit ainsi des efforts intermittents de courte durée et aléatoires souvent explosifs et freinés par l'adversaire. La préhension, donc le travail avec les membres supérieurs, est une composante importante des gestes au cours des confrontations.

Nous avons cherché dans cette étude, à évaluer les modifications au niveau cardiovasculaire (fréquence cardiaque et pression artérielle) à l'effort chez le judoka en réalisant des épreuves d'effort progressives sur bicyclette ergométrique. Ce moyen de routine n'étant pas forcément le mieux indiqué dans ce type de sport car sollicitant davantage les membres inférieurs, nous avons précisément étudié les réponses cardiovasculaires au cours de 2 protocoles d'exercice différents : un incrément de 20 W/min et un autre de 40 W/2min. Nous avons également apprécié la pénibilité de l'effort exprimée en termes de degré de fatigue au décours des 2 incréments de charge.



CHAPITRE I
REVUE DE LA LITTÉRATURE

I. HISTOIRE DU JUDO ET SON ENTRAÎNEMENT

I.1. HISTOIRE DU JUDO

Pendant des siècles, le Japon ancré dans une tradition millénaire, fut ravagé par les guerres des classes. Les samouraïs, d'après leur code d'honneur, le bushido, devaient être capables de se battre à mains nues notamment lorsqu'ils se trouvaient face à un ennemi désarmé [3].

Le jiu-jitsu ancêtre du judo, naquit de cette obligation et devint, au fil du temps un art de plus en plus perfectionné et subtil.

Au milieu du XIX^e siècle, le Japon s'ouvrait soudainement aux Européens et à leurs techniques, découvrant notamment tout un arsenal d'armes à feu jusqu'alors inconnues, qui rendait caduque la tradition samouraïs [3].

Le système féodal fut aboli, et le bouleversement des valeurs traditionnelles, sociales et culturelles accéléra la recherche d'une nouvelle organisation des structures de la société japonaise [3].

JIGORO KANO (1860-1938), inventeur du judo, grandit dans cette société en profonde mutation. Il s'agissait alors de ne plus considérer la force, c'est-à-dire la connaissance des martiaux, comme l'apanage des samouraïs ou d'un rang social détenteur du pouvoir, et elle devint accessible aux rangs inférieurs [3]. Les martiaux eux aussi connurent une profonde modification en se pacifiant. Créés pour la guerre, les techniques sont alors adaptées aux conditions de la vie civile.

Homme instruit et cultivé, Kano découvrit par l'ouverture du Japon vers l'Occident, l'organisation de l'enseignement à l'étranger, ce qui le guida à élaborer, à travers sa connaissance des arts martiaux une philosophie éducative qui associa la culture physique, la connaissance technique et le développement mental. Ainsi naquit le judo moderne [3].

Sports olympique depuis 1964, le judo est l'art martial le plus pratiqué dans le monde.

Dans la philosophie même du judo, le plus fort ne peut progresser sans un plus faible. Ce dernier, à force de pratique et de savoir, garde toujours la possibilité d'égaliser voir de vaincre un jour de plus fort. Pour y parvenir, Kano dota le judo de 2 principes que tout judoka doit faire sien : l'utilisation optimale de l'énergie d'une part, l'entre aide c'est-à-dire l'appui mutuelle d'autre part [3].

1.2. DESCRIPTIONS DES TYPES DE MOUVEMENTS

L'entraînement comporte l'apprentissage des techniques de chute, de travail au sol et en position debout, le développement de l'endurance et la musculation.

Le travail debout comporte des mouvements de bras, de jambes et des mouvements de hanche.

Le travail debout demande des projections, des déséquilibres pour amener l'adversaire au sol.

Le travail au sol est la suite logique et indispensable du travail debout. Les attitudes que l'on rencontre sont de deux sortes ; l'attaquant est soit en position inférieur dos au sol, soit en position supérieur. On distingue dans le travail des techniques d'immobilisation, les techniques d'étranglement et des techniques clefs aux articulations.

Les différents types de mouvement du judo font intervenir la force, la vitesse d'exécution donc la puissance ; de même que l'endurance et de la résistance.

- La vitesse d'exécution est la rapidité avec laquelle doivent s'effectuer les techniques. La vitesse de perception est la rapidité du processus qui permet de percevoir les fautes techniques [9].

L'effort vitesse est une aptitude à réaliser un geste, un mouvement, la capacité à produire des efforts brefs intenses et rapides. Elle se caractérise par une intensité maximale et courte, mettant en jeu le métabolisme anaérobie alactique.

- La puissance est le produit de la force par la vitesse.

- La force est un paramètre indispensable pour assurer les actions de défense.

- L'adresse permet d'agir de manière économique au moment où l'adversaire ne peut réagir et/ou que sa défense se trouve amoindrie [9].

- Résistance : c'est la qualité de poursuivre le plus longtemps un effort proche du maximum à la limite de la possibilité cardiaque et respiratoire ; elle est liée à la force et à la vitesse [9].

▪ Résistance spécifique du judo

C'est la capacité à produire un travail pour lequel l'individu contracte une dette d'oxygène et résiste à cette dette et à une acidification musculaire élevée.

La résistance organique est la capacité d'exécuter un travail à dominante anaérobie.

Ce travail en acidose va avoir un retentissement important sur le fonctionnement du muscle et nécessite de faire acquérir des réserves énergétiques aux différents groupes musculaires sollicités. Il va avoir un impact important sur le fonctionnement des appareils cardiovasculaire et respiratoire

- L'endurance

▪ Endurance spécifique judo

L'endurance est une qualité qui permet de poursuivre le plus longtemps possible avec une parfaite aisance cardiaque (rythme cardiaque de 120 à 130 bats /mn) et sans essoufflement [9].

Sur le plan métabolique, l'effort d'endurance peut être caractérisé par la dégradation de produits énergétiques (glycogène, lipide) par oxydation. « 3 »

L'endurance fait appel à la filière aérobie qui permet un approvisionnement maximal du muscle en oxygène. Elle est mise en place lors des efforts d'intensité moyenne, d'une durée supérieure à 12 minutes. Le sujet travaille

entre 70 et 80 pourcent de sa fréquence cardiaque maximale, augmente sa consommation d'oxygène et favorise un fonctionnement en état équilibre.

De par la spécificité de l'effort dans le judo et notamment de son caractère intermittent, les qualités d'endurance sont indispensables. Elles servent de soutien aux efforts de résistance dans les phases les plus intenses du combat et permettent leurs répétitions. Son rôle est primordial dans les phénomènes de récupération.

1.3. DEPENSES ENERGETIQUES LORS DU JUDO

En judo, l'effort varie sans cesse dans sa durée et son intensité. On note en compétition la succession des combats dans la même journée ; environ cinq à sept combats par compétition qui sollicitent l'ensemble des sources énergétiques de l'organisme [3].

Une endurance spécifique de base est donc nécessaire. Lors d'un combat, la répétition d'efforts optimums avec récupération incomplète montre qu'on travaille constamment en résistance. Ainsi, l'accroissement des réserves énergétiques pourra permettre un geste explosif à n'importe quel moment du combat.

L'unique source d'énergie directement utilisable par le muscle pour se contracter est la molécule d'A.T.P. (Adénosine triphosphate).

Les réserves disponibles dans l'organisme étant faibles, la poursuite de l'effort dépend de la synthèse de l'A.T.P qui s'effectue selon trois processus complémentaires :

- Le processus anaérobie alactique (caractérisant plutôt les efforts de type vitesse)
- Le processus anaérobie lactique caractérisant plutôt les efforts de type résistance)
- Le processus aérobie (Caractérisant plutôt les efforts de type d'endurance)

II. LES GRANDEURS CARDIOVASCULAIRES

II.1 La fréquence cardiaque

Au cours de la plupart des types d'exercice, on note une relation linéaire entre l'augmentation de la puissance fournie et celle de la fréquence cardiaque. La fréquence cardiaque maximale diminue progressivement avec l'âge [10].

Elle est donnée par la formule d'Astrand : $220 - \text{âge du sujet en années}$. Lorsqu'un sujet de 25 ans se livre à un exercice dont la puissance détermine une consommation d'oxygène égale à 50 % de sa valeur maximale, la fréquence cardiaque est de 130 environ. Mais chez un sujet de 65 ans, la même puissance relative détermine une fréquence cardiaque de 110 (I Strand, 1960) [10]. Chez la femme, un exercice qui amène la consommation d'oxygène à 50% de sa valeur maximale détermine une fréquence cardiaque de 140 pulsations par minute à l'âge de 25 ans [10].

L'exécution d'un effort physique à température ambiante élevée détermine une fréquence cardiaque plus importante que le même exercice effectué à température ambiante plus basse. Les émotions et l'appréhension peuvent également, lors des exercices d'intensité faible ou modéré, affecter la fréquence cardiaque [10].

Pour une consommation d'oxygène donnée, la fréquence est plus élevée si l'exercice est effectué par les membres supérieurs que s'il l'est avec les membres inférieurs. (Christensen, 1931; P- O.Astrand et coll., 1935 ; Stenberg et coll. ,1967 ; Vokac et coll., 1975 [10].

II.2. La pression artérielle

La pression artérielle est la pression dynamique qui permet l'écoulement du sang dans les vaisseaux du système à haute pression c'est-à-dire dans les artères systémiques. Elle représente le produit du débit cardiaque (Q_c) par les résistances périphériques totales (R) :

$$PA = Q_c \times R. [10].$$

La pression artérielle est exprimée en pratique clinique courante en maximale (systolique PAS) et minimale (diastolique PAD). On en déduit la pression artérielle moyenne (PAM). Au repos, la première doit rester inférieure à 140 mmHg et la dernière, inférieure à 90 mmHg. Au cours de l'effort, PAS augmente de façon linéaire avec la puissance de l'exercice pour atteindre un maximum pouvant dépasser 200 mmHg. Des augmentations importantes de PAS peuvent être observées chez le sujet âgé et le sportif. Le maximum admis est de 250 mmHg. La pression artérielle moyenne (PAM) croît aussi avec l'intensité de l'exercice mais de façon moins importante que la PAS, de 90 mmHg au repos à 140 mmHg au maximum de l'exercice. La pression artérielle diastolique (PAD) n'augmente pas en général et peut même baisser aux derniers paliers par chute des résistances [10].

Il faut noter que la pression artérielle est beaucoup plus élevée si l'exercice met en jeu les membres supérieurs [10]. Dans ses conditions, il peut être dangereux pour des sujets non entraînés ou pour des cardiaques, de fournir un travail pénible des membres supérieurs : pelleter, porter des objets pesants [10]. Le travail isométrique détermine une surcharge ventriculaire considérable. Donald et Coll., (1967) ont décrit un réflexe cardiovasculaire très puissant qui détermine une élévation de la pression sanguine beaucoup plus importante que celle à laquelle on peut s'attendre, en réponse à des contractions musculaires soutenues représentant plus de 15% de la force maximale volontaire. La variation de la pression qui se manifeste en réponse à l'activité musculaire paraît être,

indépendante de la masse musculaire mis en jeu [10]. Certains auteurs remarquent qu'une activité musculaire isométrique modérée et localisée, peut déterminer une réponse intense plus importante que le travail dynamique. Ceci peut se révéler dangereux pour les sujets présentant une atteinte cardiaque ou une altération de leurs parois artérielles (I. Astrang et Coll., 1968) [10].



CHAPITRE II

TRAVAIL PERSONNEL

I. MATERIEL ET METHODE

I.1. SUJETS

I.1.1.. Critères d'inclusion

- judokas de sexes masculins
- Age : 18 – 40 ans
- examen clinique et électrocardiogramme (ECG) normaux
- consentement à la participation au protocole

I.1.2.Critère d'exclusion

- anomalie clinique et / ou électrocardiographique

Notre étude a ainsi porté sur un échantillon de six judokas considérés comme étant en bonne santé selon l'examen physique effectué par le médecin et sur la base de l'ECG. Ils évoluent au dojo du Dakar Université Club (D. U.C).

Le DUC s'entraîne trois fois par semaine (lundi, mercredi, vendredi) de 18h à 20h.

I.2. MATERIEL

Le matériel technique du travail est constitué par :

- une bicyclette ergométrique (MONARK, Ergomedic 874 E)
- un cardiofréquence – mètre (MONARK)
- Sphygmomanomètre anéroïde (SPENGLER, France CE 0459) pour la mesure de la PA
- un électrocardiographe (CARDIOLINE)
- un défibrillateur (HELLIGE, Defiport SCP 912)
- un pèse – personnes
- un somatomètre
- un cardioscope (HELLIGE)

I.3. METHODOLOGIE

Les judokas arrivent au laboratoire le matin après un léger petit déjeuner. Ils bénéficient d'abord d'un examen clinique incluant une prise du poids et de la taille et d'un enregistrement électrocardiographique.

Les tests sont effectués entre 09h et 11h. Ils réalisent à 72h d'intervalle deux épreuves d'effort à charge croissante sur bicyclette ergométrique. Les protocoles consistent en une épreuve de 20 W / mn et une autre de 40 W / 2 mn. L'exercice commence par un pédalage à vide (sans charge) de deux minutes suivi d'un incrément de charge jusqu'à l'épuisement. La récupération est suivie pendant 10 minutes ; elle est active dans les 5 premières minutes avec charge nulle. La fréquence cardiaque est enregistrée toutes les 30 secondes et la pression artérielle mesurée toutes les 2 minutes. La surveillance au scope est de mise durant toute l'épreuve. A la fin de chaque test, la perception qu'a le sujet de l'effort fourni est évaluée sur la base de l'échelle de Borg [BORG SCALE 1982].

Aucun sujet ne s'est entraîné les 24 h précédant un des tests.

L'ordre de passage des judokas et le premier protocole exécuté sont tirés au sort.

I.4. ANALYSE STATISTIQUE

L'analyse statistique est effectuée sur Sigma stat 3.0. Les données sont exprimées en moyennes \pm écart-types. Nous avons utilisé le test *t* apparié pour la comparaison des moyennes de valeurs obtenues aux deux protocoles. Lorsque le test normal échoue, il est automatiquement remplacé par le test de Wilcoxon sur Rank. Le seuil de significativité retenu est de $p < 0,05$.

II. RESULTATS

L'âge moyen des judokas est de $22,16 \pm 2,78$ ans. Le poids moyen est de $78,33 \pm 17,8$ Kg pour une taille moyenne de $176,66 \pm 9,3$ cm. La durée d'effort et les données anthropométriques y compris l'index de masse corporelle (IMC) sont consignées dans le **tableau 1**.

Tableau 1 : Durée de l'effort soutenu ainsi que les données anthropométriques chez les judokas

Sujets	Age (années)	Poids (kg)	Taille (cm)	Index de masse corporelle (IMC)	Durée d'effort (s)	
					20 W / min	40 W / 2 min
1	24	58	170	20,06	690	810
2	20	84	166	30,48	750	810
3	21	84	175	27,42	690	690
4	21	99	187	28,31	690	750
5	20	90	189	25,19	720	720
6	27	55	173	18,37	600	600
Moyennes	22,16 ± 2,78	78,33 ± 17,8	176,66 ± 9,3	24,97 ± 4,79	690 ± 50,2	730 ± 79,75

Il n'y a pas de différence significative entre les performances exprimées en temps d'effort soutenu ($p = 0,102$). Il en est de même entre les fréquences cardiaques de repos (FC repos) comme maximales (FCmax). Les variations de fréquences cardiaques entre repos et effort (ΔFC) ne sont pas non plus significativement différentes. Le même constat est fait pour les pressions artérielles systoliques (PAS) et diastoliques (PAD).

La durée moyenne de l'effort est de $690 \pm 50,2$ s et $730 \pm 79,75$ s respectivement pour le protocole de 20 W / min et celui de 40 W / 2min.

Les valeurs moyennes de FC et de PA au repos et à l'effort sont consignées dans le **tableau 2**.

Tableau 2 : Moyennes des fréquences cardiaques et des pressions artérielles mesurées au repos et à l'effort maximal.

Grandeurs mesurées		20 W / min		40 W / 2 min	
		Repos	Maximum d'effort	Repos	Maximum d'effort
Fréquence cardiaque (battements/mn)		72,16 ± 6,73	173,6 ± 9,93	71,5 ± 6,89	174,83 ± 9,41
Pression artérielle (mmHg)	Systolique	105 ± 8,36	190 ± 20,97	108,33 ± 7,52	198,33 ± 11,69
	Diastolique	68,33 ± 7,52	71,66 ± 7,52	71,66 ± 4,08	76,66 ± 5,16

Il n'y a pas de différences entre les 2 protocoles pour toutes les grandeurs précitées au moment de la récupération.

Les valeurs moyennes de FC et de PA à la récupération sont notées dans le **tableau 3**

Tableau 3 : Moyennes des fréquences cardiaques et des pressions artérielles aux différents temps de récupération.

Grandeurs mesurées		20W/ min				40W / 2 min			
		R 1	R 2	R4	R 10	R 1	R 2	R 4	R 10
Fréquence cardiaque (bats/min)		148,16 ± 16,58	134,16 ± 17,78	124 ± 14,68	92,16 ± 10,64	151,33 ± 13,79	130 ± 13,57	112,66 ± 12,16	91,5 ± 7,81
Pression artérielle (mmHg)	S	-	160 ± 20,97	138,33 ± 16,02	106,66 ± 8,16	-	161,66 ± 9,83	126,66 ± 17,51	110 ± 6,32
	D	-	63,33 ± 5,16	63,33 ± 5,16	66,66 ± 5,16	-	98,33 ± 13,29	63,33 ± 5,16	63,33 ± 5,16

Les valeurs moyennes de FC et de PA à la récupération. R1 = première minute de récupération ; R2 = 2^e min....etc. S = systolique ; D = diastolique.

Une seule différence statistiquement significative a été observée entre les FC atteintes lorsque les mêmes temps d'effort sont considérés aussi bien pour le 20 W / mn que pour le 40 W / 2 mn ($p = 0,031$)

Les valeurs de FC enregistrées et leurs moyennes en tenant compte du même temps d'effort aux 2 protocoles figurent dans le **tableau 4**.

Tableau 4 : Fréquences cardiaques maximales pour l'incrément de 20 W / min et fréquence cardiaque (FC) atteinte au 40 W / 2 min pour la même durée d'effort.

Sujets	20 W / min (FC en bats/min)	40 W / 2 min (FC en bats / min)
1	184	182
2	170	165
3	181	176
4	162	152
5	163	164
6	182	175
Moyennes	173,66 ± 9,93	169 ± 10,8

La perception individuelle de la fatigue au décours des 2 incréments de charge est notée dans le **tableau5**

Tableau 5 : Expression verbale et chiffrée de la perception de fatigue

Sujets	Perception de la fatigue			
	20 W / min		40 W / 2 min	
	Expression verbale	Expression chiffrée	Expression verbale	Expression chiffrée
1	Un peu difficile	13	Assez facile	11
2	Assez facile	11	Assez facile	11
3	Assez facile	11	Un peu difficile	13
4	difficile	15	Un peu difficile	13
5	Un peu difficile	13	Assez facile	11
6	Un peu difficile	13	Assez facile	11
Score chiffré		76		70
Moyennes		12,66 ± 1,5		11,66 ± 1,03

Il n'y a pas de différence significative sur la perception globale de la fatigue entre les 2 incréments de charge ($p = 0,31$)

Toutes les valeurs individuelles pour les 2 protocoles sont représentées dans les tableaux 6, 7, 8, 9, 10 et 11 en annexe



CHAPITRE III
COMMENTAIRES

Nous avons choisi ces 2 incréments de charge parce qu'ils nous permettent d'avoir la même puissance toutes les 2 minutes. Cette proportionnalité rend possible les comparaisons.

L'ensemble de ces judokas respectent les normes physiologiques de l'adaptation cardiovasculaire à l'effort en tenant compte de la fréquence cardiaque et de la pression artérielle.

➤ **La durée de l'effort**

Même si la différence entre les 2 incréments de charge n'est pas significative, le temps soutenu à l'effort est plus important au 40 W / 2 min. Ce protocole semble être donc le mieux supporté. Cette tendance est renforcée par l'étude de la perception de l'effort fourni selon l'échelle de Borg qui retrouve le score et la moyenne la plus faible pour le 40 W / 2 min.

➤ **L'évolution de la fréquence cardiaque**

Les FCmax enregistrées aux 2 protocoles ne sont pas significativement différentes. Lorsque en revanche nous tenons compte du même temps d'effort effectué, la fréquence cardiaque est significativement plus élevée au 20 W / min. Ce protocole solliciterait donc plus le système cardiovasculaire notamment pour ce qui est de la fréquence cardiaque.

➤ **La pression artérielle**

Aussi bien pendant l'effort qu'au cours de la récupération, il n'existe pas de différence aux 2 protocoles.

Dans la littérature, des études ont été faites surtout dans le but d'établir les protocoles d'exercice les plus adéquats pour des populations cibles. Il peut s'agir de sportifs dans leurs différentes spécialités, de sujets sédentaires dans leurs différentes activités quotidiennes ou de patients.

Parmi ces derniers les sujets atteints de cardiopathie ou de pathologie respiratoire ont souvent bénéficié des tests d'effort allant de la marche à l'épreuve d'effort sur bicyclette ergométrique ou sur tapis roulant [ELLESTAD MH]. Les incréments de charge se font selon les capacités du patient. Des programmes sont ainsi déroulés dans le cadre de la réhabilitation à l'effort. Pour les sportifs ou les sujets actifs en général, le but est de trouver le protocole qui permet le mieux d'aboutir à un effort maximal tout en sollicitant les groupes musculaires et les systèmes de l'organisme les plus impliqués au moment de l'activité.

Parmi les grandeurs physiologiques testés au moment de l'effort et pendant la récupération, figurent la fréquence cardiaque, la pression artérielle comme c'est le cas dans notre étude. D'autres paramètres sont également appréciés car rentrant dans les processus d'échanges gazeux respiratoires. La fréquence respiratoire (FR), la ventilation minute (VE), la consommation d'oxygène (VO_2), le rejet de dioxyde de carbone (VCO_2), les équivalents ventilatoires pour l'oxygène (VE/VO_2) et pour le CO_2 (VE/VCO_2) et parfois la lactatémie sont mesurés. Le seuil anaérobie qui a fait l'objet d'une littérature abondante peut être défini au cours de l'exercice.

Le plus souvent les auteurs, dans le même souci de pouvoir comparer les données, adoptent des protocoles qui permettent d'obtenir des puissances équivalentes à des moments précis de l'effort. En utilisant des ergomètres à bras chez des canoéistes femmes, Kerr n'a pas trouvé de différences significatives au maximum de l'effort entre 2 incréments de charges pour des variables comme la FC, le pic de VO_2 , le seuil ventilatoire et la performance réalisée. Les comparaisons se sont effectuées entre 7,5 W / min et 15 W / 2 min [7].

Sur ergocycle et dans d'autres disciplines sportives (course sur longue distance), le résultat est le même. Il s'y ajoute que la puissance maximale atteinte et la puissance au seuil ventilatoire ne sont pas significativement différentes [Carta 1991 et 2001]. [1-2] Carta (2001) a fait le même constat chez des sujets sains,

travailleurs manuels comme des jardiniers et des mineurs en prenant 30 W / 3 min comparé à 10 W / min [1]. Les types de mouvements retrouvés chez les judokas aussi complexes soient – ils, sont observés dans différentes activités de la vie courantes même si l'exécution est plus rapide et l'intensité plus élevée. Il s'agit de préhension, de traction, de port de charges plus ou moins lourdes, de rotation, d'appui renforcé sur les membres, etc [1]. Il n'est pas surprenant que nos résultats aillent dans le même sens que ceux des auteurs précités. Chez nos judokas, la différence apparaît concernant la fréquence cardiaque lorsque le même temps d'effort est retenu pour les 2 incréments de charge mais en ce moment, la puissance d'exercice n'est pas forcément la même. Elle est alors plus élevée au 20 W / min, ce qui élève davantage la FC lors de ce protocole. « 1 »

➤ **Limites du travail.**

Les limites de notre étude peuvent être analysées sous plusieurs angles. La taille faible de notre échantillon ne permet pas de donner des conclusions formelles. Elle est responsable en partie de l'absence de normalité préalable à certaines comparaisons, entraînant le passage au test de Wilcoxon sur Rank. La bicyclette ergométrique n'est peut être pas aussi l'outil le plus adéquat pour tester à l'effort des judokas. Enfin nous n'avons pas pu associer l'analyse des gaz respiratoires à l'étude de la fréquence cardiaque, de la pression artérielle.

A graphic of a scroll with a black outline. The scroll is unrolled, with the top and bottom edges curving inward. The word "CONCLUSION" is written in a bold, black, serif font, arched across the center of the scroll.

CONCLUSION

CONCLUSION

Notre étude suggère que les protocoles de 20 W / min et 40 W / 2 min sont comparables sur leurs effets concernant l'évolution de la fréquence cardiaque et de la pression artérielle à l'effort maximal chez les judokas adultes. Cependant, à durées d'exercice égales, le protocole de 20 W / min élève plus la fréquence cardiaque et serait alors plus difficile à exécuter. On pourrait ainsi privilégier les efforts avec incréments de charge rapide dans l'évaluation de l'entraînement des judokas. Une étude sur un échantillon plus large nous permettrait de mieux asseoir cette affirmation.



BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

(Par ordre alphabétique des sources dans le document)

- 1- **Carta P, Aru G.** Incremental stress test: comparison between protocols and cardiorespiratory reference values in healthy workers. **G Ital Med Lav Ergon.** 2001;23:5 – 11.
- 2- **Carta P, Aru G, Barbieri MT, Mele M.** Bicycle ergometry exercise test: a comparison between three protocols with an increasing load. **Med Lav.** 1991;82:56 – 64.
- 3- **Docteur Hubert Tisal (1999),** Arts martiaux et Sports de combat, le guide du pratiquant. INSEP-PUBLICATION
- 4- **Ellestad MH.** Epreuve d'effort : principes et pratique. **Frison-Roche, Paris,** 1991, 3^e Ed., 556 p.
- 5- **Gabrielle et Roland Habersetzer (2000),** E ncylopédien Technique, Historique, Biographique et culturelle des arts martiaux de l'extrême Orient, Amphora. Page 265
- 6- **Jean Luc Mamières (1988),** Le judo, une methode complète et moderne pour apprendre ou se perfectionner, Solar Paris.
- 7- **Kerr M, Spinks W, Leicht AS, Sinclair W, Woodside L.** Comparison of physiological responses to graded exercise test performance in outrigger canoeing. **Sports Sci.** 2008;26:743 – 9.
- 8- **Louis Robert (1964-1971),** Le guide marabout du judo, Marabout service page7.
- 9- **Ndiouck Amadou Moctar;** Mémoire de maitrise es-STAPS: "Evaluation des pertes hydriques lors de l'entraînement chez les judokas sénégalais." 1993/1994; INSEPS-DAKAR.

10-Per-Olof Astrand, Kaare Rodahl, Jean René Lacour (1980), Précis de physiologie de l'exercice musculaire, **Masson** Paris New York, Barcelone, Milan. Page: 111 – 112 – 113.



ANNEXES

ANNEXE

Tableau 6 : valeurs individuelles de fréquence cardiaque (FC) et de pression artérielle (PA) du sujet 1.

TEMPS	20 WATTS/MINUTE		40WATTS/2MINUTES	
	FC	PA	FC	PA
Repos	82	11/7	82	10/7
Effort 1min	114		115	
Effort 2min	120	15/8	120	12/7
Effort 3min	114		136	
Effort 4min	128	18/8	148	12/9
Effort 5min	128		147	
Effort 6min	141	18/8	151	14/8
Effort 7min	147		152	
Effort 8min	160	20/8	154	16/8
Effort 9min	172		164	
Effort 10min	172	20/8	167	16/8
Effort 11min			178	
Effort 11min30	184	22/8	182	18/8
Effort 12min	-	-	185	
Effort 13min30	-	-	191	18/8
Récupération 1 min	160		173	
Récupération 2min	138	18/7	153	16/8
Récupération 4min	124	16/7	131	16/7
Récupération 6min	108	12/7	109	12/7
Récupération 8min	99	11/7	103	10/7
Récupération 10min	99	11/7	104	10/6

Pour la charge de 20 watts /min, la fréquence cardiaque (FC) au repos est de 82 bats/min, la pression artérielle 110 /70, la fréquence cardiaque maximale (FCmax) 184 bats/min, pour une pression artérielle (PA) maximale à 22/8 au bout de 11 min/30 minutes d'effort. A la phase de récupération, au bout de 8 minutes, nous observons un retour à la valeur initiale de la pression artérielle 11/7 pour une fréquence cardiaque à 99 bats/min.

Pour la charge de 40 watts/min, FC au repos est à 82 bats/min, pour une PA de 11/7, la FC maximale est de 191 avec une PA 18/8 au bout de 13min30 d'effort. A la phase de récupération, la valeur initiale de PA est retrouvée au bout de 8 mn avec FC à 104.

Tableau 7 : valeurs individuelles du sujet 2

TEMPS	20 WATTS/MINUTE		40WATTS/2MINUTES	
	FC	PA	FC	PA
Repos	69	10/6	70	11/8
Effort 1min	88		83	
Effort 2min	89	11/7	87	12/7
Effort 3min	99		96	
Effort 4min	100	13/8	96	13/8
Effort 5min	110		102	
Effort 6min	109	15/8	104	15/8
Effort 7min	117		117	
Effort 8min	120	17/8	116	17/8
Effort 9min	131		130	
Effort 10min	131	18/8	135	19/9
Effort 11min	142		146	
Effort 12min30	170	18/6	165	20/8
Effort 13min	-	-	170	
Effort 13min30	-	-	176	21/8
Récupération 1 min	133		139	
Récupération 2min	120	16/6	124	17/6
Récupération 4min	110	15.6	115	11/7
Récupération 6min	93	12/6	92	11/7
Récupération 8min	90	11/6	91	11/7
Récupération 10min	87	10/6	89	11/7

A l'incrément de 20 watts /min, au repos, la fréquence cardiaque est de 69 bats/mn avec une pression artérielle à 100/70, la FC maximale s'élève à 170 pour 12 minutes 30 d'effort. La PA revient à la normale avec une FC à 87 après une récupération de 10 minutes.

A 40 watts /2min, FC de repos est à 65 bats/min avec une pression artérielle 110/80. La FC maximale est à 176 pour une PA de 210/80 au bout de 13min30

d'effort. Après une récupération de 10 min, la FC baisse jusqu'à 89 bats/min avec une pression artérielle 110/70.

Tableau 8 : valeurs individuelles du sujet 3

TEMPS	20 WATTS/MINUTE		40WATTS/2MINUTES	
	FC	PA	FC	PA
Repos	65	10/7	67	10/7
Effort 1min	98		94	
Effort 2min	116	14/8	92	13/6
Effort 3min	107		105	
Effort 4min	117	15/8	113	14/7
Effort 5min	132		115	
Effort 6min	138	18/8	120	12/7
Effort 7min	145		133	
Effort 8min	152	20/7	136	20/7
Effort 9min	163		157	
Effort 10min	170	22/7	166	21/8
Effort 11min	178		172	
Effort 11min30	181		176	21/7
Récupération 1 min	166		156	
Récupération 2min	156	17/6	128	15/6
Récupération 4min	138	14/6	117	13/6
Récupération 6min	114	12/6	102	11/6
Récupération 8min	107	10/8	92	11/7
Récupération 10min	90	10/7	91	11/7

Pour la charge de 20 watts/min, FC de repos est à 65, la PA à 100/70. La FCmax à 181 bats/min correspondant à une TA de 210/70 pour une durée de 11min30 d'effort.

A dix minutes de récupération, la PA revient à la valeur initiale soit 100/70 avec une fréquence cardiaque 89/ min.

La charge de 40watts/2min présente une FC de repos de 67, une TA à 100/70. La FCmax est à 176 bats/min pour une PA à 210/70 au bout de 11 minutes30 d'effort. Au bout de 10 min de récupération, la PA retourne à sa valeur initiale avec une FC à 91/min.

Tableau 9 : valeurs individuelles du sujet 4

TEMPS	20 WATTS/MINUTE		40WATTS/2MINUTES	
	FC	PA	FC	PA
Repos	70	10/6	67	11/7
Effort 1min	92		88	
Effort 2min	87	12/7	83	12/8
Effort 3min	86		93	
Effort 4min	90	13/7	95	13/8
Effort 5min	94		101	
Effort 6min	99	13/7	105	13/8
Effort 7min	99		115	
Effort 8min	111	16/8	111	16/8
Effort 9min	120		132	
Effort 10min	135	18/7	131	17/8
Effort 11min	151	20/8	140	18/8
Effort 11min30	162	20/8	152	18/8
Effort 12min30	-	-	167	20/7
Récupération 1 min	125		136	
Récupération 2min	109	15/6	112	17/6
Récupération 4min	105	14/6	99	12/6
Récupération 6min	86	12/6	93	12/6
Récupération 8min	87	12/6	89	11/6
Récupération 10min	78	10/6	84	11/6

La charge de 20 watts/min montre une FC à 70 avec une pression artérielle 110/70, une fréquence maximale à 162 pour une PA à 20/8 au bout de 11 minutes 30 d'effort.

Retour à la valeur normale de la PA avec une FC 78 après une récupération de 10 minutes.

Pour une charge de 40watts/2min, la FC de repos est à 67/min avec une PA 110/70 ; la FCmax est à 167 avec PA à 20/7 pour une durée de 12min30 d'effort.

A la phase de récupération, le retour à la valeur initiale de la pression artérielle 110/60 est notée au bout de 8 min; la FC atteignant 84/min au bout de 10 min.

Tableau 10 : valeurs individuelles du sujet 5

TEMPS	20 WATTS/MINUTE		40WATTS/2MINUTES	
	FC	PA	FC	PA
Repos	68	12/8	65	12/7
Effort 1min	98		94	
Effort 2min	98	14/7	95	12/7
Effort 3min	103		103	
Effort 4min	107	15/7	110	13/7
Effort 5min	116		114	
Effort 6min	120	16/7	113	14/6
Effort 7min	124		120	
Effort 8min	126	16/7	122	16/6
Effort 9min	131		128	
Effort 10min	136	17/7	131	17/8
Effort 11min	152		143	
Effort 11min30	158		156	20/8
Effort 12min	163	18/7	164	20/8
Récupération 1min	145		146	
Récupération 2min	132	16/6	128	15/6
Récupération 4min	125	14/6	115	12/6
Récupération 6min	101	12/6	102	11/6
Récupération 8min	97	12/7	100	11/6
Récupération 10min	90	12/7	97	12/6

Pour la charge de 20 watts/min, la FC au repos est à 68 bats/min avec une pression artérielle à 120/80, la FCmax est à 163/min au bout de 12minutes d'effort avec une PA à 180/70. Après 10minutes de récupération, FC décroît jusqu'à 90 pour une PA à 120/70.

La charge de 40 watts décrit une FC au repos 65 avec une PA à 120/70, une FCmax à **164** avec une pression artérielle de 200/80 au bout de **12 minutes**. A la phase de récupération, on a un retour à la valeur initiale de la pression artérielle 12/6 avec une FC à 97 pour une durée de 10 minutes.

Tableau 11 : valeurs individuelles du sujet 6

TEMPS	20 WATTS/MINUTE		40WATTS/2MINUTES	
	FC	PA	FC	PA
Repos	79	10/7	78	11/7
Effort 1min	106		104	
Effort 2min	112	12/7	116	14/8
Effort 3min	121		125	
Effort 4min	130	13/8	128	15/8
Effort 5min	137		134	
Effort 6min	152	14/8	149	16/8
Effort 7min	153		154	
Effort 8min	170	16/9	162	17/8
Effort 9min	178		168	
Effort 10min	182	16/7	175	19/8
Récupération 1 min	160	-	158	-
Récupération 2min	142	12/7	135	17/6
Récupération 4min	150	12/7	99	12/6
Récupération 6min	124	11/8	93	12/6
Récupération 8min	114	10/6	89	11/6
Récupération 10min	109	10/7	84	11/6

A la charge de 20 watts/min, la FC au repos est à 79/min avec une pression 100/70, la FCmax à 182 avec une pression 160/70 au bout de 10 minutes d'effort. Après une récupération de 10 minutes, la PA revient à 100/70 avec une FC à 109.

Pour une charge de 40 watts par 2 minutes, la FC au repos est à 78/min avec une PA à 110/70, la FCmax à 175 avec une PA 190/80 pour une durée de 10 min.

A la phase de récupération, le retour à la normale de la PA 110/60 avec une FC à 84 au bout de 10 min.