

L'effet de trois modalités d'échauffement sur la performance des judokas.

The effect of three warm-up modalities on the performance of judokas.

BADAoui Loubna¹

Université Alger 3

(Algérie)

Badaouiloubnastaps@outlook.fr

Reçu: 11/09/2022

Acceptation: 10/11/2022

Résumé:

L'objectif était d'étudier l'effet d'un échauffement standard (ES), russe (ER) et potentiateur (EP), sur la performance des judokas en compétition; et ce lors d'une simulation de compétition par le SJFT sur des athlètes qui devaient effectuer avec chaque type 3 sessions expérimentales espacées de 72h, ou ils devaient réaliser le maximum de chutes possibles sur le (SJFT). Aux résultats les athlètes ont maintenu une meilleure performance avec l'EP qu'avec l'ER, ce dernier avait lui aussi un meilleur résultat que l'ES. Les résultats étaient basés sur l'indice de performance du (SJFT), l'indice de fatigue de PICHOT, et l'indice d'activité métabolique du Z-métrix. Nous avons conclu que pour les judokas un EP est plus bénéfique qu'un ER qui est meilleur qu'un ES, et ce en maintenant un bon niveau de performance avec une meilleure gestion de fatigue.

Mots clés : Echauffement/ Potentiation / Performance/ Électrostimulation / Judo / Judoka / Performance / Echauffement russe

Received:11/09/2022

Accepted :10/11/ 2022

Abstract :

The objective was to study the effect of a standard (SW), Russian (RW) and potentiator (PW) warm-up on the performance of judokas in competition; and this during a simulation of competition by the SJFT on athletes who had to perform with each type 3 experimental sessions spaced 72 hours apart, or they had to achieve the maximum possible falls on the (SJFT). In the results, the athletes maintained a better performance with the PW than with the RW, the latter also had a better result than the ES. The results were based on the performance index of (SJFT), the fatigue index of PICHOT, and the metabolic activity index of Z-métrix. We concluded that for judokas an EP is more beneficial than an ER which is better than an SW, and this by maintaining a good level of performance with better fatigue management.

Keywords: Warm-up/ Potentiation / Performance/ Electrostimulation / Judo / Judoka / Performance / Russian warm-up

Informations sur l'article

Article info

¹Auteur expéditeur

1. INTRODUCTION

Le judo est un art martial de préhension et de projection hautement technique ou la moindre erreur technico-tactique ou physique peut ruiner le travail de plusieurs mois ou même plusieurs années. La performance en compétition de judo résulte d'une utilisation optimale des différents éléments ; physique, technique, tactique et psychologique, permettant aux athlètes de s'exprimer à 100% de leurs capacités. L'analyse de ces facteurs permet d'élaborer des stratégies d'entraînements spécifiques à chaque sport et d'établir une préparation millimétrée avec une focalisation sur les moindres petits détails de l'entraînement et de la compétition ainsi que toutes leurs parties à commencer par l'échauffement. Incontournable de la pratique sportive, l'échauffement est aujourd'hui bien intégré dans les routines de préparation avant l'entraînement et la compétition et est souvent considéré comme l'un de ces rituels « indispensables » à effectuer avant toute séance d'entraînement ou compétition. A.Morales-Artacho, L.Lacourpaille, G.Guilhem (2017). En effet, des études scientifiques ont montré que ce type de mise en action permettait d'améliorer la performance (Mc Gowan et al. 2015) et contribuait à réduire le risque de blessures musculaires (Woods et al. 2007). D'après WEINECK (1980) « l'échauffement représente les mesures permettant d'obtenir un état optimal de préparation psychophysique et motrice avant un entraînement ou une compétition, et qui joue un rôle important dans la prévention des lésions soit l'élévation maximale de la performance d'un individu », de ce fait l'évaluation de l'efficacité de l'échauffement reste essentiellement empirique et amène donc certain nombre de controverses. On entend par échauffement toutes les mesures permettant d'obtenir un état optimal de préparation psychophysique et motrice avant un entraînement ou une compétition et qui joue en même temps un rôle important dans la prévention des lésions.

Broussal-Derval (2018), aborde avec un grand intérêt le rôle de l'échauffement intervenant auprès de l'élévation de la performance sportive des judokas, l'échauffement a pour fonction de prévenir les blessures et de préparer les muscles à l'effort. Woods et al (2007) définissent l'échauffement comme étant prévu pour élever la température musculaire et préparer l'athlète à la demande physique provenant de l'exercice. L'échauffement devrait provoquer une légère sueur sans que le sportif ne perçoive de fatigue, si la fatigue apparaît déjà lors d'un échauffement alors le sujet a commencé à puiser dans ses ressources énergétiques et notamment les ressources de phosphate. Dans son ouvrage « récupération et performance en sport » Christophe Hausswirth définit, en collaboration avec Véronique Rousseau et le Dr Eric Jousselin, la fatigue de la manière suivante : « La fatigue peut se définir comme un état résultant de contraintes physiologiques et psychologiques aboutissant à une diminution des performances physiques et/ou mentales. Cette fatigue fut longtemps appréhendée pour ses conséquences, telles que la baisse du rendement énergétique. De ce fait, ces derniers temps, les chercheurs et les entraîneurs spécialisés en

judo se focalise sur chaque détail qui pourrait améliorer la performance et diminuer l'apparition de cette fatigue dont l'échauffement. Il existe divers types d'échauffement : passif ou actif avec généralement une phase générale et une phase spécifique). Dans cette étude nous nous consacrerons à connaître l'effet de trois types d'échauffement sur la performance des judokas en compétition, qui sont définis comme suit :

- **L'échauffement standard** : appelé parfois échauffement classique qui inclut en général une brève période d'exercices aérobies de basse intensité suivis d'étirements et d'exercices propres à la discipline sportive. La partie étirements incorpore en général des étirements statiques. Ces étirements pourraient d'après la littérature entraîner des effets délétères sur la performance alors que d'autres montrent qu'il n'y a pas d'effets négatifs. (MD.Pinto, EN.Wilhelm, V.Tricoli. 2014. p28)
- **L'échauffement russe** : inventée par Masterovoi dès 1964 qui permet d'augmenter la circulation sanguine (la vascularisation) dans les muscles afin de faire monter la température de 36°C (température au repos) à 39°C, température à laquelle les muscles et tendons ont le rendement maximal. L'échauffement russe consiste en une alternance de contractions ciblées avec des mouvements analytiques (c'est à dire qui se focalise sur une seule articulation et ciblent un muscle spécifique) et de relâchements prononcés.
- **L'échauffement potentiateur** : Selon G.Cometti et coll. (2006), la physiologie classique évoque depuis longtemps la « Post Activation Potentiation ». C'est lorsqu'on provoque une secousse musculaire et que l'on impose une contraction maximale isométrique au même muscle on observe que la nouvelle secousse qui suit est supérieure à la première, on améliore donc son potentiel par la contraction isométrique. On parle donc d'une potentiation postérieure (post) à une activation (contraction maximale). La potentiation peut également résulter d'efforts de différents types :
 - Contraction maximale (isométrique ou non)
 - Actions dynamiques diverses mais intenses : sprints, sauts, actions spécifiques à l'activité.
 - Electrostimulation avec programmes appropriés et c'est cette dernière que nous allons utiliser lors de nos expériences.

L'efficacité ainsi que la méthode idéale de s'échauffer reste encore très débattue parmi les professionnels de l'entraînement et la préparation physique qui sont tous à la recherche du même but au final qui est une performance optimale et une diminution de l'apparition de fatigue ainsi que les risques de blessures.

De ce fait notre l'objectif de notre étude était de trouver parmi les méthodes d'échauffement les plus adaptées et les plus efficaces pour optimiser la performance des judokas lors de la compétition. Notre hypothèse était que les méthodes d'échauffements russe et potentiateur seront plus efficaces qu'un échauffement standard. Ils présentent l'intérêt de recruter plus d'unité motrice, un meilleur retour veineux et par la suite une meilleure production d'ATP. Ce n'est pas le cas de l'échauffement standard. C'est pourquoi nous faisons l'hypothèse que les méthodes russe et potentiateur pourraient apporter de meilleurs résultats.

2. Méthode et outils :

2.1 Echantillon:

L'échantillon de cette étude est aléatoire et est composé de 18 athlètes de sexe masculin âgés de 20 à 30ans, qui correspondent à la catégorie senior, issus des différents clubs de judo dont les noms sont (USMA, ASSN, GSP, OMB, NRD, ECEB) de la Wilaya d'Alger. Les athlètes sont d'un niveau homogène, leur grade varie entre la ceinture noire 1er Dan et ceinture noire 3ème Dan, s'entraînant entre 4 et 6 fois par semaine à raison de 2 heures/jour. Leur âge varie entre 20 et 30 ans, alors que leur ancienneté dans la pratique du judo est comprise entre 10 et 26 ans. Les sujets ont été divisés en catégories de poids selon la division utilisée par (D. Boguszewski, 2009, T. Okada et al. 2007). La catégorie des poids légers comporte (-60 kg, - 66 kg, -73 kg), poids moyens (-81 kg, -90 kg) et poids lourds (-100 kg et + 100 kg).

Caractéristiques	Age (an)	Poids (kg)	Taille (cm)
Poids légers	26,00 ± 3,40	65,52 ± 4,24	169,50 ± 4,93
Poids moyens	25,50 ± 3,40	82,65 ± 4,50	179,00 ± 5,04
Poids Lourds	25,00 ± 4,24	100,25 ± 4,60	188,50 ± 4,60
Total	25,70 ± 2,92	75,85 ± 12,50	175,20 ± 8,00

Tableau°1 : Caractéristiques physiques de la population

2.2 Outils de recherche :

Nous avons utilisé un matériel de laboratoire standardisé et fiable, des tests fiables et approuvés, qui se présente si dessous :

SJFT (Spécial judo fitness test) : inventé par Stanislaw Sterkowicz en 1995, est un outil reconnu de contrôle d'entraînement mis en œuvre dans de nombreux pays. Le test a passé avec succès des procédures statistiques positives déterminant la fiabilité et la précision. Le SJFT se présente comme suit : Tori (le judoka qui subit le test) est au milieu de deux Uke,

de même taille et de même poids, distancé de chacun d'eux de 3 mètres. Au signal, Tori se dirige vers Uke pour le faire tomber sur son dos avec une technique de bras, « Ippon Seoi Nage », et se dirige vers l'autre Uke pour exécuter la même technique le plus vite possible, et cela pendant 15 secondes. A la fin de cette phase, Tori se repose 10 secondes, ensuite il entame une deuxième série de chutes le plus vite possible pendant 30 secondes. Il récupère 10 secondes, pour enchaîner la troisième phase de 30 secondes. L'évaluateur relève la fréquence cardiaque à la fin du test, et après 1 minute de récupération avec un cardiofréquencemètre pour une meilleure précision (la fréquence cardiaque a été surveillée avec un émetteur de fréquence Polar Electro Oy, Kempele).

Un indice de performance est calculé selon la formule suivante : $FC \text{ à la fin du test (bpm)} + FC \text{ 1-min après le test (bpm)}$. (E. Franchini, GG. Artioli, CJ. Brito Judo combat, 2013p. 624–641).

Plus faible est cet indice, meilleure est la performance de ce test.

Indice SJFT = $[(HR \text{ final} + HR \text{ à 1 min après}) / NT]$

Index = $(FC \text{ après} + FC \text{ 1 min après}) / \text{nombre total de lancers}$

Échelle de fatigue de Pichot : Pour l'évaluation de la Fatigue. « Echelles et outils d'évaluation en médecine générale » J. Gardenas et Coll. -Le Généraliste- Supplément du N° 2187 ; Mars 2002). Les athlètes doivent déterminer la réponse qui correspond mieux à leur état. Ainsi pour chacune des propositions, ils indiqueront s'ils sont tout à fait d'accord, assez d'accord, pas d'accord, pas du tout d'accord ou si vous ne savez pas.

- Je manque d'énergie.
- Tout me demande un effort.
- Je me sens faible à certains endroits du corps.
- J'ai les bras ou les jambes lourdes.
- Je me sens fatigué(e) sans raison.
- J'ai envie de m'allonger pour me reposer.
- J'ai du mal à me concentrer.
- Je me sens fatigué(e), lourd(e), raide.

Les réponses possibles à chacune des propositions sont les suivantes : - Tout à fait d'Accord (4 points) - Assez d'Accord (3 points) - Pas d'Accord (2 points) - Pas du tout d'Accord (1 point) On somme le nombre total de points obtenus par l'individu après qu'il ait répondu aux 8 propositions (dont $4 \times 8 = 32$ points maximum possibles).

Le total sera classé dans une typologie spécifique au test.

Le Z-metrix : Indique l'indice d'activité métabolique qui est la résistance (réactance) des cellules au passage du courant (c'est à dire le temps d'opposition de la cellule à l'écoulement du courant). C'est cette donnée qui nous permet d'évaluer la fonctionnalité des cellules

Le Cardiofréquencemètre :

Le « CW 500 SD PC » : lecture graphique de la fréquence cardiaque en fonction de la durée de l'exercice et lors de la récupération active.

Le « Garmin » en connexion avec le rameur PM4 (relevés de FC moyen).

L'Electromyostimulateur : Le « Compex Energy » : électrostimulation de type NMES.

Pour l'analyse statistique nous avons utilisé l'analyse de la variance à mesures répétées unidirectionnelles est l'un des types de conception à mesures répétées non paramétriques. Ce test ou conception consiste à exposer chaque membre du groupe à chaque niveau de la variable indépendante au moins une fois, et cette conception est appelée conception en groupe.

2.3 Test et protocole :

Dans notre étude, nous avons tenté de simuler une compétition ou nous avons simulé des combats, et pour cela nous avons utilisé le SJFT (Spécial Judo Fitness Test) qui est un test spécifique inventé par « Stanislaw Sterkowicz » ; (1995) et censé représenter les exigences physiques et physiologiques d'un combat, a été mis en place et validé scientifiquement.

La simulation de compétition se présente sous forme d'un ensemble de test SJFT.

L'ensemble des sujets participera à trois sessions de tests :

- Une fois avec un échauffement standard : Le suivant échauffement est basé sur une méthode standard citée de (A. Broussal-Devral 2018, P219).

- 10 à 15min de jogging.

- 10min de stretching dynamique et d'échauffement articulaire général.

- 5*10 Uchi komi explosifs (récupération 30s)

- pause 2min.

- 5 Séries de 30s d'uchi-komi en déplacement (récupération 30s)

- pause 2min

- 10 Rondori kumikata 60% (20 à 30s) (30s récupération)

- Pause 3min.

- 6 Rondori de 1min à 80% (1min récupération).

- pause 3 min.

- Marche + Etirement+ Hydratation.

- Rappel d'échauffement : 30'' jumping jack + 30'' élévation des genoux + 30'' tandokorencho + 30'' Uchikomi. S'hydrater et se couvrir.

- Une fois avec un échauffement russe :

- Mouvements articulaires non explosifs et relativement lents pour se mettre en route sollicitant toutes les zones du corps des exercices de force à venir.

- 2x10 squats sans charge.

- 2x10 leg curl (avec élastique ou partenaire qui résiste à la flexion).
- 1x10 extensions de jambe à l'équerre cuisse parallèle au sol (avec élastique ou partenaire qui oppose une résistance) suivi d'un maintien isométrique de 4" jambe tendue à l'horizontale.
- 2x10 élévations mollets sur une jambe.
- 2x10 serrages d'adducteur jambe tendue allongé (avec élastique ou partenaire qui oppose une résistance).
- 2x10 sit-up + 4" de hollow body hold
- 2x10 pompes
- 2x10 extensions triceps (avec élastique ou partenaire qui oppose une résistance)
- 2x10 butterfly (avec élastique ou partenaire qui oppose une résistance)
- 2x10 leg curls (avec élastique ou partenaire qui résiste à la flexion).
- 2x (4" de hollow body hold + 4" arch body hold)
- Faire des mouvements excentriques et lancés-bloqués sur les zones mises en jeu lors des phases précédentes.
- Mouvements excentriques à pas plus de 50% de la force max : plus ou moins les mêmes que lors de la phase précédentes avec la contraction excentrique seulement avec résistance.
- Quelques maintiens isométriques courts (pas plus de 10") pour les abdos et lombaires.
- Enchaînements de mouvements balistiques style stretching dynamique.
- 5 séries de 30s d'uchi-komi en déplacement (récupération 30s)
- pause 2min
- 10 rondori kumikata 60% (20 à 30s) (30s récupération)
- pause 3min.
- 6 randori de 1min à 80% (1min récupération).
- Repos et hydratation.
- Rappel d'échauffement : 10squats + 10 pompes + 10 Crunch (tous) avec 5" d'isométrie à la fin de chaque répétition + 3*20" Utchi komi avec 30s repos.
- S'hydrater et se couvrir.
- Une fois avec un échauffement potentiateur : Nous avons utilisé l'électrostimulation.
- 5min de jogging.
- 5min ABC de course.
- 5min de stretching dynamique et d'échauffement articulaire général.
- 3*10 Squats/ 3*10 pompes/ 3*10 Hollow boddy + arch body

- 3 séries pyramidales d'EMS 20% (20s EMS-20s repos), 50% (15s EMS-20s repos), 80% (10s EMS-30s repos). (Les choix du temps de travail et de repos sur l'EMS est expliqué dans le 2e chapitre là où l'électrostimulation est abordée en détails).

Sur membre inférieur avec augmentation de charge chaque série.

Sur la ceinture abdominale (lombaires et abdominaux).

Sur membre supérieur (bras pectoraux).

Sur mollets et avant-bras.

- pause 2min.

- 3 séries de 30s d'uchi-komi en déplacement (récupération 30s)

- pause 2min

- 5 rondori kumikata 60% (20 à 30s) (30s récupération)

- pause 3min.

- 3 randoris de 1min à 80% (1min récupération).

- pause 3 min.

- Marche + Hydratation.

- Rappel d'échauffement : EMS sur mollets et avant-bras (A. martini 2013) : 1*10'' avec 30'' à 70% + 3*20'' Utchi komi avec 30s repos.

- L'ensemble du protocole se déroulera au niveau de la salle omnisport de « oued romane »

Le test SJFT réalisé visera à simuler un combat de judo.

Chaque session de test seront espacées de 72h minimum et les protocoles de récupération seront réalisés dans un ordre aléatoire afin de limiter les effets de l'apprentissage sur les résultats.

La session se déroule de la manière suivante :

- Installation et programmation du cardiofréquencemètre.

- Test de fatigue de Picho.

- Mesure 1 sur Z-metrix.

- Echauffement générale + spécifique (40min) : standard, russe ou potentiateur (par électrostimulation) et ce dernier se fait 50min avant la simulation de compétition (judo Québec. Le judo en compétition. 2010.p6)

- Récupération habituelle pour chaque athlète 20minute (A. Martin 2013)

- Test de fatigue de Picho.

- Mesure 2 sur Z-metrix.

- Rappel d'échauffement pendant 5min (judo Québec. Le judo en compétition 6) avant le 1er combat simulé : standard, russe ou potentiateur (par électrostimulation)

L'effet de trois modalités d'échauffement sur la performance des judokas.

- Simulation Combat 1 pour sujet senior : Test SJFT
- Un indice de performance est calculé selon la formule suivante :
FC à la fin du test (bpm) +FC 1-min après le test (bpm)
Récupération libre habituelle 15 minutes. (A. Martins 2013)
- Mesure sur Z-metrix à 5min du temps du combat simulé suivant.
- Rappel d'échauffement pour le combat suivant pendant 5min.
- Ainsi de suite durant 4 simulations de combat. (Pour une durée totale de protocole d'environ deux heures et 30 minutes).

3. Résultat

3.1. Présentation du résultat :

Pour l'Indice de performance du SJFT :

INDICE DE PERFORMANCE								
Moyenne (X)			Ecart type (□)			Degré de liberté	Sig	Signification statistique
Méthode 1 Standard	Méthode 2 russe	Méthode 3 PAP	Méthode 1 standard	Méthode 2 russe	Méthode 3 PAP			
13,22	12,35	11,83	0,99	0,96	1,12	2	0.00	Significatif

Tableau 2: Présentation des résultats de l'Indice de Performance du SJFT au trois protocole

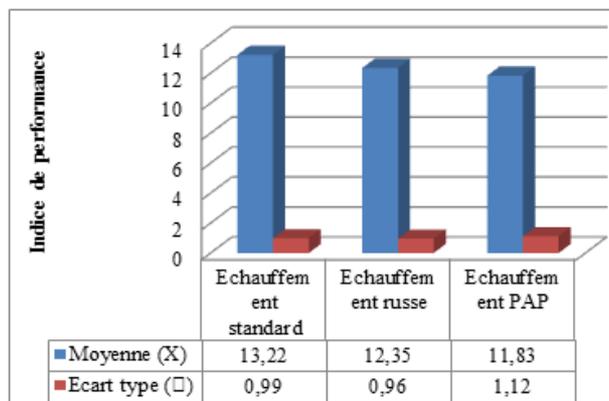


Figure 1: La différence entre les trois méthodes d'échauffement aux trois protocoles

L'analyse des résultats des trois méthodes d'échauffement montre une différence significative entre ces trois méthodes avec une moyenne de 13.22 et un écart type de 0.99 pour l'échauffement standard, une moyenne de 12.35 et un écart type de 0.96 pour l'échauffement russe et une moyenne de 11.83 avec un écart type de 1.12 pour EP.

La valeur du sig est inférieure au seuil de 0.05 ce qui signifie qu'il existe une différence significative entre les trois méthodes d'échauffement en faveur de l'EP qui présente un index « bien » selon le tableau des références de l'indice de performance.

Pour l'Indice de fatigue de pichot:

INDICE DE FATIGUE								
Moyenne (X)			Ecart type (σ)			Degré de liberté	Sig	Signification statistique
Méthode 1 Standard	Méthode 2 russe	Méthode 3 PAP	Méthode 1 standard	Méthode 2 russe	Méthode 3 PAP			
22,70	17,40	15,30	0,85	1,90	0,95	2	0.00	Significatif

Tableau 3 : Présentation des résultats de l'indice de fatigue

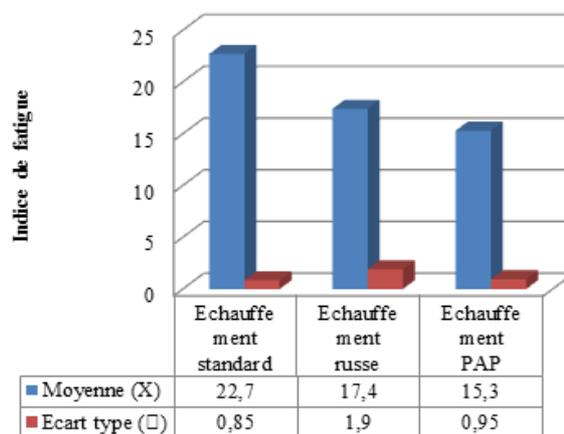


Figure 2: La différence entre les trois méthodes d'échauffement aux trois protocoles

L'analyse des résultats des trois méthodes d'échauffement (tableau n°2) montre une différence significative entre ces trois méthodes avec une moyenne de 22.70 et un écart type de 0.85 pour l'échauffement standard, une moyenne de 17.40 et un écart type de 1.90 pour l'échauffement russe et une moyenne de 15.30 avec un écart type de 0.95 pour l'EP.

La valeur du sig est inférieure au seuil de 0.05 ce qui signifie qu'il existe une différence significative entre les trois méthodes d'échauffement en faveur de l'EP qui présente un score « non fatigué » selon le tableau des références de l'indice de fatigue.

Pour l'Indice d'activité métabolique de Z-métrix:

INDICE DE L'ACTIVITE METABOLIQUE								
Moyenne (X)			Ecart type (σ)			Degré de liberté	Sig	Signification statistique
Méthode 1 Standard	Méthode 2 russe	Méthode 3 PAP	Méthode 1 standard	Méthode 2 russe	Méthode 3 PAP			
7,03	7,54	8,19	0,64	0,35	0,44	2	0.00	Significatif

Tableau 4 : Présentation des résultats de l'Indice de l'Activité Métabolique

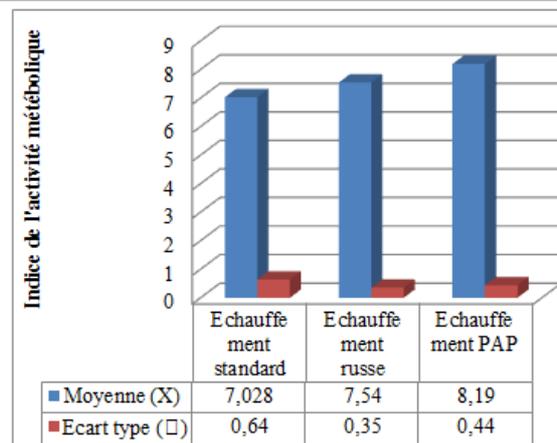


Figure 3 : La différence entre les trois méthodes d'échauffement (Standard, Russe, Potentiateur)

L'analyse des résultats des trois méthodes d'échauffement (tableau n°3) montre une différence significative entre ces trois méthodes avec une moyenne de 7.03 et un écart type de 0.64 pour l'échauffement standard, une moyenne de 7.54 et un écart type de 0.35 pour l'échauffement russe et une moyenne de 8.19 avec un écart type de 0.44 pour l'EP.

La valeur du sig est inférieure au seuil de 0.05 ce qui signifie qu'il existe une différence significative entre les trois méthodes d'échauffement en faveur de l'EP qui présente un pourcentage supérieur à 8% ce qui est significatif.

3.2. Discussion :

Les principaux résultats montrent que le protocole d'échauffement potentiateur a un meilleur effet sur la performance des judokas que le protocole d'échauffement russe et ces deux-là sont plus bénéfique pour la performance des judokas en compétition que le protocole d'échauffement standard et tout cela est exprimé par les indices que nous avons cités plus haut. La discussion qui va suivre sera organisée en trois parties représentant les dimensions évaluées au cours de ce travail.

La première partie nous permettra de discuter sur les résultats obtenus suite au protocole d'échauffement standard qui n'a pas eu un effet remarquable sur la performance des judokas en compétition et ce, suite à l'hypothèse « L'échauffement standard ne permettrait pas l'amélioration de performance et permet l'apparition de fatigue ».

La deuxième partie nous permettra de discuter sur les résultats obtenus suite au protocole d'échauffement russe qui a eu un effet assez remarquable sur la performance des judokas en compétition et qui est relative à la deuxième hypothèse qui stipule : « L'échauffement russe permettrait de maintenir le niveau de performance des judokas lors de la compétition en limitant l'apparition de fatigue ».

La troisième partie nous permettra de discuter sur les résultats obtenus suite au protocole d'échauffement potentiateur (par électrostimulation dans notre cas) qui a eu un effet remarquable sur la performance des judokas en compétition et se relative à l'hypothèse suivante : « L'échauffement potentiateur permettrait d'améliorer le niveau de performance des judokas lors de la compétition en limitant l'apparition de fatigue ».

par rapport à l'échauffement standard Les résultats du test SJFT indique une chute de performance significative au 2e combat qui est maintenu au 3e pour rechuter significativement au 4e combat, ces résultats sont dus à l'installation de fatigue que révèle le test de fatigue de PICHOT indiquent l'apparition d'une fatigue significative au 2e combat après son apparition post-effort (combat1) qui se maintien au 3e pour augmenter de façon significative au 4e combat. D'une part et d'après plusieurs chercheurs nous les exercices intense de type intermittent produisent une fatigue au niveau musculaire. Cette fatigue se caractérise par une impossibilité de maintenir la force et la vitesse qui peut être locale ou générale, et qui est due à un épuisement des réserves énergétiques (Pilardeau P., 1987). Une baisse des réserves musculaires d'ATP, après un effort, conduit à une diminution de la performance. En raison de cette diminution, les ponts d'actine et de myosine dans les sarcomères ne peuvent plus se libérer aussi rapidement que dans des conditions de repos.

ce dernier point est confirmé par les résultats de l'analyse de l'activité métabolique sur le Z-mérix indiquent une baisse significative de l'activité métabolique à partir du 2e combat qui reste constante au 3e pour baisser significativement au 4e combat ou nous rappelons qu'une baisse d'activité métabolique correspondra à une baisse de la réactivité des cellules et de la masse cellulaire active ce qui implique une diminution de production d'ATP (I.Dimakopoulos & All 2019) ce qui signifie la chute de performance .

La chute de performance va à l'encontre des résultats de (D.Bishop 2003) et aussi de (V.Benjamin 2014) qui explique une amélioration de performance avec un ES, mais s'accorde avec le fait qu'un ES permet une apparition de fatigue.

Pour l'échauffement russe Les résultats du test SJFT indique une chute significative de la performance des judokas au 3e combat qui est en parallèle avec les résultats du test de fatigue de PICHOT indiquent l'augmentation significative de la performance son apparition post-effort (combat1), les deux faits confirmés par les résultats de l'analyse de l'activité métabolique sur le Z-mérix indiquent une apparition significative de la fatigue à partir du 3e combat qui reste constante au 4e.

Nous remarquons que la chute de performance, l'apparition de fatigue et la baisse de l'activité métabolique sont retardées jusqu'au 3e combat comparé avec le protocole d'échauffement standard. Ces résultats s'expliquent par le fait que l'échauffement russe est un échauffement qui vise à amener le corps à un état optimal pour l'effort physique en utilisant un minimum d'énergie sa spécificité réside dans le fait de faire monter la température musculaire (Masterovoi 1964) qui induit une diminution de la raideur au niveau des muscles et des tendons, une meilleure transmission de l'influx nerveux, et une modification de la relation force-vitesse par l'amélioration de la glycolyse (production de glucose, carburant de l'effort) ce qui retarde l'apparition de fatigue (plus d'énergie moins de fatigue) et de ce fait l'amélioration des performances des qualités force par le biais d'une meilleure contraction et l'endurance par le biais d'activation des filières énergétiques pour la production d'énergie , le tout grâce à l'échauffement russe ce qui concorde avec les résultats de l'étude de (JB Paquet, C Pasteur, G Deley 2012)

En enfin pour l'échauffement potentiateur (par électrostimulation dans notre étude) Les résultats du test SJFT n'indique aucune modification de performance significative ce qui va en parallèle avec les résultats du test de fatigue de PICHOT qui n'indiquent aucune apparition significative de fatigue après l'augmentation post-effort (combat1) ce qui est confirmé par les résultats de l'analyse de l'activité métabolique sur le Z-mérix n'indiquent aucune modification de l'activité métabolique lors de la simulation de compétition.

Ceci s'explique par le fait qu'un échauffement potentiateur place le muscle dans un état d'activation, plusieurs réactions neuronales, tels que la potentiation du réflexe H qui est une réaction de réflexion des muscles après stimulation électrique des fibres sensorielles dans leurs nerfs innervants., l'augmentation de la synchronisation des unités motrices, la désensibilisation de l'entrée du motoneurone alpha et la diminution de l'inhibition réciproque des muscles antagonistes. L'augmentation du réflexe H qui à son tour augmentera le recrutement nerveux de motoneurone alpha, ce qui conduira inévitablement à un meilleur recrutement musculaire (Bernard M & Abrams 2014).

Comme nous avons utilisé la potentiation par électrostimulation augmente la vitesse de contraction et de la tension générée dans le muscle (M. Vanderthommen 2009), fonctionne par la phosphorylation des chaînes légères de myosine lors de l'activation s'accompagne avec une augmentation de la charge de travail des fibres rapides durant de courtes et de longues contractions (Grange ; 1993), qui augmenterait la sensibilité au calcium du couple actine-myosine lors de la post-activation et l'augmentation du niveau d'excitabilité des neurones moteurs au niveau de la moelle épinière, avec pour conséquence un recrutement plus important d'unités motrices ce qui implique plus d'ATP et moins de fatigue. Nos résultats concordent avec les résultats des études de (D. Lum 2019) et (t.Ait ammar 2017).

De ce qui précède, nous validons nos trois hypothèses.

4. Conclusion:

L'échauffement est une phase de transition entre le repos et l'effort qui représente les mesures permettant d'obtenir un état optimal de préparation psychophysique et motrice avant l'activité sportive (entraînement ou compétition). L'échauffement met progressivement en condition l'organisme (articulations, muscles, système cardio-respiratoire) et le psychisme. Il joue un rôle important dans la prévention des lésions soit l'élévation maximale de la performance d'un individu. Plusieurs études montrent que la bonne constitution de l'échauffement permet l'amélioration des performances sportives. Au judo la compétition est une journée chargée, fatigante dont le résultat est décisif pour la saison, c'est pourquoi l'échauffement en cette compétition prend une place importante car c'est l'élément de démarrage et plusieurs études ont conclu qu'il a un impact sur la performance des judokas.

Cette recherche avait pour ambition d'apporter une contribution à une meilleure vision de l'impact de l'échauffement sur la performance des judokas en compétition.

De manière détaillée, ce travail a porté sur une comparaison de l'effet de trois modalités d'échauffement, standard, russe et potentiateur par électrostimulation, sur variable qui est la performance à laquelle nous avons rajouté l'apparition de fatigue pour le fait que les deux soient étroitement liées (moins de fatigue implique une meilleure performance). Et en vue d'études antérieures notre hypothèse était que les méthodes d'échauffements russe et potentiateur seront plus efficaces qu'un échauffement standard. Ils présentent l'intérêt recruter plus d'unité motrice, un meilleur retour veineux et par la suite une meilleure production d'ATP. Ce n'est pas le cas de l'échauffement standard. C'est pourquoi nous faisons l'hypothèse que les méthodes russe et potentiateur pourraient apporter de meilleurs résultats.

Pour s'assurer si cela est vrai ou non, nous avons mis en place une batterie de test sous forme de simulation de compétition par le SJFT en évaluant l'IP du SJFT, l'IF de Pichots et l'IAM du Z-métrix.

Ces évaluations, nous ont permis de comparer les effets de chacun des types d'échauffement sur la performance des judokas lors de la simulation de compétition. Les résultats de l'IP dans le protocole d'EP sont meilleurs qui n'indiquent aucune chute de performance significative, que les résultats du protocole d'ER qui montre une chute significative au 3^e combat, et les résultats de ce dernier sont meilleurs qu'un protocole d'ES qui indique une chute significative de performance au 2^e et au 4^e combat. Ceci s'accompagne par les résultats de l'If qui augmente significativement au 2^e et 4^e combat lors de l'ES et au 3^e lors de l'ER et au une apparition de fatigue significative avec l'EP. Ces résultats sont confirmés par les résultats de l'IAM qui baisse significativement au 2^e et 4^e combat lors de l'ES et au 3^e lors de l'ER mais qui ne montrent aucune baisse significative lors de l'EP.

On peut expliquer tout cela par le fait qu'un échauffement potentiateur par électrostimulation recrute plus d'unité motrice avec un meilleur retour veineux et flux nerveux qu'un ER qui ce dernier en recrute plus qu'un ES.

Un meilleur recrutement d'unité motrice implique plus de production d'ATP et par la suite moins de fatigue. Un bon retour veineux et du flux nerveux permette aussi une récupération plus rapide ce qui veut dire moins de fatigue.

Enfin, même si nous avons essayé de rester le plus fidèle possible aux conditions de terrains durant l'étude, le but étant de pouvoir dégager les effets concrets des méthodes d'échauffement sur la performance des judokas en compétition, nous les testions toutes dans les mêmes conditions.

Ceci-dit, les conditions d'échauffement devront être individualisés selon les besoins et le ressenti du judoka. Les différentes modalités d'échauffement pourront, pourquoi pas, être combinées les unes aux autres voir même associées à un travail spécifique. La gestion de l'échauffement pourra aussi être gérée en association avec d'autres modalités

d'optimisation de la performance telles que la préparation mentale et la récupération entre les combats.

Liste Bibliographique:

- Andrews, T. R., Mackey, T., Inkrott, T. A., Murray, S. R., Clark, I. E., & Pettitt, R. W. (2011). Effect of hang cleans or squats paired with countermovement vertical jumps on vertical displacement. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(9), 2448- 2452.
- Batista, M. A., Ugrinowitsch, C., Roschel, H., Lotufo, R., Ricard, M. D., Tricoli, V. A. (2007), Intermittent exercise as a conditioning activity to induce postactivation potentiation. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(3), 837-840.
- Berning, J.M.; Adams, K.J.; DeBeliso, M.; Sevene-Adams, P.G.; Harris, C.; Stamford, B.A (2010). Effect of functional isometric squats on vertical jump in trained and untrained men. *J. Strength Cond. Res.* 2010, 24, 2285–2289.
- Chatzopoulos, D., Michailidis, C., Giannakos, A., Alexiou, K, Patikas, D., Antonopoulos, C., & Kotzmanidis, C. (2007). Postactivation potentiation effects after heavy resistance exercise on running speed. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(4), 1278-1281.
- Chiu, L.Z, Fry, A.C, Weiss, L.W et al., (2003), Postactivation potentiation response in athletic and recreationally trained individuals. *J.Strength Cond Res Nov*; 17 (4): 671- 7.
- Comyns,T, Harrison,A.J, Hennessy, L.K, and Jensen, R (2006), The Optimal Complex Training Rest Interval For Athletes From Anaerobic Sports *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(3), 471–476
- DeRenne, C. (2010). Effects of postactivation potentiation warm-up in male and female sport performances: A brief review. *Strength & Conditioning Journal*, 32(6), 58- 64.
- Esformes, J.I., Cameron, N. and Bampouras, T.M. (2010), Postactivation potentiation following different modes of exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*,24(7): 1911–1916.
- Feros, S. A., Young, W. B., Rice, A. J., Talpey, S. W. (2012), The effect of including a series of isometric conditioning contractions to the rowing warm-up on 1,000- m rowing ergometer time trial performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(12), 3326-3334.
- Franchini,E, Sterkowicz,S, Szmatlan-Gabrys,U, Gabrys,T, Garnys,M (2011), Energy System Contributions to the Special Judo Fitness Test. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 6, 334-343
- French, D. N., Kraemer, W. J., & Cooke, C. B. (2003), Changes in dynamic exercise performance following a sequence of preconditioning isometric muscle actions. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(4), 678-685.
- Gossen, E. R., Sale, D. G. (2000), Effect of postactivation potentiation on dynamic knee extension performance. *European Journal of Applied Physiology*, 83(6), 524-530.

- Gullich, A, Schmidtbleicher,D. (1996), MVC- induced short-term potentiation of explosive force. *New studies in athletics* 11, 67-81.
- Hamada, T, Sale, D.G, MacDougall, J.D, Tarnopolosky, M.A.(2000), Postactivation potentiation, fiber type, and twitch contraction time in human knee extensor muscles. *Journal of applied physiology* 88: 2131-2137.
- Izquierdo, M., Hakkinen, K., Gonzalez-Badillo, J. J., Ibáñez, J., & Gorostiaga, E. (2002). Effects of long-term training specificity on maximal strength and power of the upper and lower extremities in athletes from different sports. *European Journal of Applied Physiology*, 87, 264–271. doi: 10.1007/s00421-002-0628-y
- Kilduff, L. P., Owen, N., Bevan, H., Bennett, M., Kingsley, M. I. C., Cunningham, D. (2008), Influence of recovery time on post-activation potentiation in professional rugby players. *Journal of Sports Sciences*, 26(8), 795-802.
- Miarka, B, Del Vecchio, F.B and Franchini, E.(2011) Acute Effects And Postactivation Potentiation In The Special Judo Fitness Test. *Journal of Strength and Conditioning Research* 25 (2) / 427–431
- Miyamoto, N., Mitsukawa, N., Sugisaki, N., Fukunaga, T., Kawakami, Y. (2010), Joint angle dependence of inter muscle difference in postactivation potentiation. *Muscle and Nerve*, 41, 519-523.
- Moore, R. L., Stull, J. T. (1984), Myosin light chain phosphorylation in fast and slow skeletal muscles in situ. *American Journal of Physiology*, 247(5 Pt 1), C462- 471.
- Rassier, DE and Macintosh,BR. (2000), Coexistence of potentiation and fatigue in skeletal muscle. *Brazilian journal of medecine and biological research* 3 : 499-508.
- Ratamess, N. (2008). Adaptations to anaerobic training programs. In T.Baechle and R. Earle, (Eds.), *Essentials of strength and conditioning* (3rd ed.; pp. 94-119). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Rixon KP, Lamont HS, Bemben MG (2007), Influence of type of muscle contraction, gender, and lifting experience on postactivation potentiation performance. *J Strength Cond Res*; 21 (2): 500-5.
- Robbins, DW, Docherty, D. (2005), Effets of loading on enhancement of power performance over three consecutive trials. *Journal of strength and conditioning research* 19: 898-902.
- Scott, SL, and Docherty, D. (2004), Acute effects of heavy preloading on vertical and horizontal jump performance. *J Strength Cond Res* 18(2): 201 – 205.
- SPSS Inc. (2009). *SPSS Base 19.0 for Windows User's Guide*. SPSS, Inc., Chicago, IL.
- Sweeney, H.L, Bowman, F.B, Stull, J.T. (1993), Myosin light chain phosphorylation in vertebrate striate muscle: Regulation and function. *American journal of physioly* 264 : 1085-1095.
- Takahashi, M., Takahashi, R., Takahashi,J.et al., (2005), *Mastering Judo*, Human Kinetics, Champaign, USA.

L'effet de trois modalités d'échauffement sur la performance des judokas.

Tillin, N.A and Bishop, D (2009) Factors Modulating Post-Activation Potentiation and its Effect on Performance of Subsequent Explosive Activities, Sports Med; 39 (2): 147- 166.

6. Annexes :

Fiche de résultat des données pour chaque athlète :

Athlète :		Age :			poids :	
Combat	Nombre totale de chutes	FC a la fin du SJFI	FC 1min a la fin	Indice de performance		
1						
2						
3						
4						

Nom/Prénom :										
Age :										
Poids :										
Protocole utilisée		Protocole 1			Protocole 2			Protocole 3		
Timing		IP	IF	IA M	IP	IF	IA M	IP	IF	IAM
Au repos										
Après 1 ^{er} combat										
Après 2 ^{er} combat										
Après 3 ^{er} combat										
Après 4 ^{er} combat										
Moyenne										

Fiches des résultats généraux pour chaque protocole :

Protocole d'échauffement : Standard																		
Indice	Indice de performance					Indice de fatigue					Indice d'activité métabolique							
Timing																		
Athlète	Au repos	Com bat1	Com bat2	Com bat3	Com bat4	Moyenne	Au repos	Com bat1	Com bat2	Com bat3	Com bat4	Moyenne	Au repos	Com bat1	Com bat2	Com bat3	Com bat4	Moyenne
1	/																	
2	/																	
3	/																	
4	/																	
5	/																	
6	/																	
7	/																	
8	/																	
9	/																	
10	/																	

Protocole d'échauffement : Russe																		
Indice	Indice de performance					Indice de fatigue					Indice d'activité métabolique							
Timing																		
Athlète	Au repos	Com bat1	Com bat2	Com bat3	Com bat4	Moyenne	Au repos	Com bat1	Com bat2	Com bat3	Com bat4	Moyenne	Au repos	Com bat1	Com bat2	Com bat3	Com bat4	Moyenne
1	/																	
2	/																	
3	/																	
4	/																	
5	/																	
6	/																	
7	/																	
8	/																	
9	/																	
10	/																	

Protocole d'échauffement : Potentiateur

Indice	Indice de performance					Indice de fatigue					Indice d'activité métabolique							
	Au repos	Comb1	Comb2	Comb3	Comb4	Moyenne	Au repos	Comb1	Comb2	Comb3	Comb4	Moyenne	Au repos	Comb1	Comb2	Comb3	Comb4	Moyenne
1	/																	
2	/																	
3	/																	
4	/																	
5	/																	
6	/																	
7	/																	
8	/																	
9	/																	
10	/																	

BASES DE DONNEES UTILISEES DANS SPSS

Les résultats de l'indice de fatigue

ATHLETE	Echauffement standard (IF)	Echauffement Russe (IF)	Echauffement EP (IF)
1	23,00	14,00	16,75
2	22,25	18,00	15,75
3	22,75	19,00	14,75
4	21,50	17,00	14,00
5	24,00	19,00	15,25
6	23,00	14,00	16,75
7	22,25	18,00	15,75
8	22,75	19,00	14,75
9	21,50	17,00	14,00
10	24,00	19,00	15,25
11	23,00	14,00	16,75
12	22,25	18,00	15,75
13	22,75	19,00	14,75
14	21,50	17,00	14,00
15	24,00	19,00	15,25
16	23,00	14,00	16,75
17	22,25	18,00	15,75
18	22,75	19,00	14,75
19	21,50	17,00	14,00
20	24,00	19,00	15,25

Les résultats de l'indice de performance

ATHLETE	Echauffement standard (IP)	Echauffement Russe (IP)	Echauffement EP (IP)
1	14,06	12,28	12,20
2	12,67	11,42	10,63
3	13,05	12,79	12,32
4	11,81	11,38	10,56
5	14,50	13,88	13,43
6	14,06	12,28	12,20
7	12,67	11,42	10,63
8	13,05	12,79	12,32
9	11,81	11,38	10,56
10	14,50	13,88	13,43
11	14,06	12,28	12,20
12	12,67	11,42	10,63
13	13,05	12,79	12,32
14	11,81	11,38	10,56
15	14,50	13,88	13,43
16	14,06	12,28	12,20
17	12,67	11,42	10,63
18	13,05	12,79	12,32
19	11,81	11,38	10,56
20	14,50	13,88	13,43

Les résultats de l'indice de l'activité métabolique

ATHLETE	Echauffement standard	Echauffement Russe	Echauffement EP
1	7,10	7,54	8,12
2	8,06	8,08	8,97
3	6,36	7,18	7,75
4	6,41	7,17	7,85
5	7,21	7,71	8,28
6	7,10	7,54	8,12
7	8,06	8,08	8,97
8	6,36	7,18	7,75
9	6,41	7,17	7,85
10	7,21	7,71	8,28
11	7,10	7,54	8,12
12	8,06	8,08	8,97
13	6,36	7,18	7,75
14	6,41	7,17	7,85
15	7,21	7,71	8,28
16	7,10	7,54	8,12
17	8,06	8,08	8,97
18	6,36	7,18	7,75
19	6,41	7,17	7,85
20	7,21	7,71	8,28

