



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITÉ ABDELHAMID IBN BADIS

INSTITUT D'ÉDUCATION PHYSIQUE ET SPORTIVE

DÉPARTEMENT: ENTRAÎNEMENT SPORTIF

SPÉCIALITÉ : ENTRAINEMENT ET PRÉPARATION PHYSIQUE

Mémoire de fin d'étude intitulé :

*Exploration des Effets de l'Entraînement HIIT Spécifique
au Judo sur la Fréquence d'Attaque Active et l'Endurance
Mesurée par le Cooper Test chez les Jeunes Judokas.*

Réalisé par :

▪ Mlle HAZEN Houria

Sous la direction de :

▪ Dr Belkadi Adel

Année universitaire 2023-2024

Dédicace

À mon cher père, ma mère aimante, mes amis dévoués et mon directeur de thèse, le Dr Belkadi Adel,

Il est impossible pour moi de mettre en mots toute ma gratitude et ma reconnaissance envers chacun de vous. Ce moment de ma vie, marqué par la fin de mes études, est un accomplissement que je partage avec vous tous, car vous avez été les piliers solides de mon parcours.

Papa et maman, vous êtes mes plus grands soutiens, mes sources inépuisables d'amour et de courage. Vos encouragements inconditionnels, votre confiance et vos sacrifices ont été les fondements de ma réussite. Vous avez cru en moi lorsque j'ai douté de moi-même, et vous m'avez donné la force nécessaire pour aller de l'avant. Cette dédicace est un témoignage de ma gratitude éternelle envers vous.

À mes amis fidèles, vous avez été mes compagnons de route tout au long de cette aventure académique. Vos encouragements, votre soutien moral et notre camaraderie ont rendu ce voyage plus joyeux et mémorable. Nos rires, nos moments de partage et nos discussions passionnées resteront gravés dans mon cœur. Cette dédicace est un hommage à notre amitié indéfectible.

Et enfin, au **Dr Belkadi Adel**, mon directeur de thèse exceptionnel. Votre expertise, votre patience et votre engagement inébranlable envers mes recherches ont été inestimables. Vous avez été un mentor inspirant, guidant mes pas et me poussant à repousser mes limites intellectuelles. Votre soutien constant et vos conseils éclairés m'ont permis de réaliser mes ambitions académiques. Cette dédicace témoigne de ma profonde reconnaissance envers vous.

En mémoire de mon entraîneur et coach, **Yaagoub Menouar**, qui a été à mes côtés durant toute ma carrière sportive, je tiens à exprimer toute ma reconnaissance pour son soutien indéfectible. Que Dieu accorde paix à son âme.

À vous tous, ma famille, mes amis, et à mon cher directeur de thèse, je vous dédie ce mémoire de fin d'études. Votre présence et votre influence dans ma vie ont façonné mon parcours et m'ont permis d'atteindre cette étape importante. Que cette dédicace soit le témoignage de mon amour, de ma gratitude et de ma reconnaissance éternelle envers chacun de vous.

Avec toute mon affection,

Remerciement

Chers professeurs et enseignants qui ont jalonné tout mon parcours de Master, Il est difficile d'exprimer à quel point votre influence a été cruciale dans ma formation académique et personnelle. Aujourd'hui, alors que je franchis cette étape importante, je tiens à vous adresser mes sincères remerciements pour votre dévouement, votre expertise et votre soutien inébranlable.

À vous, mes professeurs, vous avez été les gardiens du savoir, les guides éclairés qui m'ont transmis les connaissances fondamentales de mon domaine d'étude. Vos cours passionnants, vos conseils avisés et vos encouragements ont nourri ma curiosité intellectuelle et ont façonné ma vision du monde. Vous avez su éveiller en moi la soif d'apprendre et l'envie de repousser mes limites. Je suis profondément reconnaissant de l'impact que vous avez eu sur ma formation.

À mes enseignants, vous avez été les acteurs essentiels de mon apprentissage au quotidien. Votre patience, votre bienveillance et votre engagement à nous aider à comprendre les concepts les plus complexes ont été précieux. Vous avez su créer un environnement propice à l'épanouissement de mes compétences et de ma confiance en moi. Je vous suis reconnaissant pour votre soutien indéfectible et votre dévouement à notre réussite.

Enfin, un remerciement spécial au directeur Pr. **Mime Mokhtar** et au **Dr Belkadi Adel**. Votre rôle de directeurs dans mon parcours universitaire a été déterminant. Vos conseils éclairés, votre encadrement attentif et vos encouragements constants m'ont permis de surmonter les obstacles et de me surpasser. Votre expertise et votre passion pour la recherche ont été une source d'inspiration pour moi. Je suis honoré d'avoir pu bénéficier de votre accompagnement précieux tout au long de mon parcours.

À vous tous, mes chers professeurs, enseignants, directeurs et directrices, je tiens à vous exprimer ma gratitude profonde. Vous avez contribué à façonner ma personnalité, mes compétences et mes aspirations. Votre dévouement à l'éducation a été une source d'inspiration constante, et je suis fier d'avoir été votre élève. Je garderai vos enseignements et votre bienveillance dans mon cœur tout au long de ma vie.

Avec mes sincères remerciements,

Résumé

« Exploration des Effets de l'Entraînement HIIT Spécifique au Judo sur la Fréquence d'Attaque Active et l'Endurance Mesurée par le Cooper Test chez les Jeunes Judokas »

Contexte : L'entraînement à haute intensité par intervalles (HIIT) est une méthode largement utilisée pour améliorer les performances sportives dans divers contextes, y compris les sports de combat comme le judo. Cependant, ses effets spécifiques sur les paramètres tels que la fréquence d'attaque active et la réponse cardiaque restent à approfondir.

Objectif : Cette étude vise à évaluer les effets de l'entraînement HIIT spécialisé en judo sur la fréquence d'attaque active, la performance au Cooper Test, ainsi que les réponses cardiaques chez de jeunes judokas.

Participants : Huit judokas de niveau senior ont participé à l'étude, comprenant un sujet féminin et sept sujets masculins, tous ayant plus de trois ans d'expérience en judo et ayant déjà participé à des compétitions nationales.

Méthodologie : Les participants ont suivi un programme d'entraînement HIIT spécialisé en judo sur une période de huit jours. Les exercices incluaient des séances de Statique-Uchikomi, Nage-Waza, et Activity-Uchikomi. Les performances des athlètes ont été évaluées avant et après l'entraînement, en se concentrant sur la fréquence d'attaque active, le Cooper Test, et les variations de la fréquence cardiaque.

Résultats : Les résultats montrent une légère amélioration de la fréquence d'attaque active après l'entraînement, avec une augmentation moyenne de 1 point ($p > 0,05$). La fréquence cardiaque associée à l'attaque active a également montré une augmentation, passant de 100 à 105 battements par minute en moyenne ($p > 0,05$). Pour le Cooper Test, la fréquence cardiaque moyenne est passée de $194 \pm 8,2$ à $195 \pm 9,1$ battements par minute, indiquant une variation minimale. Les variations observées pour les exercices de Nage-Waza et Activity-Uchikomi étaient également marginales, avec des augmentations de la fréquence cardiaque de seulement 1 à 2 battements par minute en moyenne ($p > 0,05$).

Conclusion : Bien que l'entraînement HIIT spécifique au judo ait montré une légère amélioration de la fréquence d'attaque active et une certaine augmentation de la réponse cardiaque, les résultats n'indiquent pas de progrès significatif en termes d'endurance mesurée par le Cooper Test. Ces résultats suggèrent que, tandis que l'entraînement HIIT peut améliorer certaines capacités spécifiques, son impact sur l'endurance globale reste limité, nécessitant ainsi des recherches supplémentaires.

Mots-clés : Judo, Cooper Test, Anaérobie, Entraînement à Haute Intensité par Intervalles (HIIT).

Abstract:

Background: High-Intensity Interval Training (HIIT) is a widely used method to enhance athletic performance across various sports, including combat sports like judo. However, its specific effects on parameters such as active attack frequency and cardiac response remain underexplored.

Objective: This study aims to evaluate the effects of judo-specific HIIT training on active attack frequency, Cooper Test performance, and cardiac responses in young judokas.

Participants: Eight senior high school judokas participated in the study, including one female and seven male subjects, all with over three years of judo experience and previous participation in national competitions.

Methodology: Participants underwent a judo-specific HIIT training program over eight days. The exercises included Statique-Uchikomi, Nage-Waza, and Activity-Uchikomi sessions. Athletes' performances were evaluated before and after training, focusing on active attack frequency, Cooper Test performance, and heart rate variations.

Results: The results showed a slight improvement in active attack frequency after training, with an average increase of 1 point ($p > 0.05$). The heart rate associated with active attacks also showed an increase, from an average of 100 to 105 beats per minute ($p > 0.05$). For the Cooper Test, the average heart rate increased from 194 ± 8.2 to 195 ± 9.1 beats per minute, indicating minimal variation. The variations observed for Nage-Waza and Activity-Uchikomi exercises were also marginal, with heart rate increases of only 1 to 2 beats per minute on average ($p > 0.05$).

Conclusion: While the judo-specific HIIT training showed a slight improvement in active attack frequency and some increase in cardiac response, the results do not indicate significant progress in endurance as measured by the Cooper Test. These findings suggest that, while HIIT may improve certain specific capabilities, its impact on overall endurance remains limited, warranting further investigation.

Keywords: Judo, Cooper Test, Anaerobic, High-Intensity Interval Training (HIIT).

الملخص:

الخلفية: يُستخدم التدريب المتقطع عالي الكثافة (HIIT) بشكل واسع لتحسين الأداء الرياضي في مختلف الرياضات، بما في ذلك رياضات القتال مثل الجودو. ومع ذلك، فإن تأثيراته المحددة على معايير مثل تكرار الهجوم النشط والاستجابة القلبية لا تزال غير مُستكشفة بشكل كافٍ.

الهدف: تهدف هذه الدراسة إلى تقييم تأثيرات التدريب المتقطع عالي الكثافة (HIIT) المتخصص في الجودو على تكرار الهجوم النشط، أداء اختبار كوبر، والاستجابات القلبية لدى مصارعي الجودو.

المشاركون: شارك في الدراسة ثمانية مصارعين من النخبة لرياضة جودو من المستوى الثانوي، من بينهم طالبة واحدة وسبعة طلاب ذكور، جميعهم لديهم أكثر من سبع سنوات من الخبرة في الجودو وسبق لهم المشاركة في عدة مسابقات وطنية.

المنهجية: خضع المشاركون لبرنامج تدريب متقطع عالي الكثافة (HIIT) متخصص في الجودو على مدار ثمانية أيام. تضمنت التمارين جلسات من Statique-Uchikomi و Nage-Waza و Activity-Uchikomi. تم تقييم أداء الرياضيين قبل وبعد التدريب، مع التركيز على تكرار الهجوم النشط، أداء اختبار كوبر، وتغيرات معدل ضربات القلب.

النتائج: أظهرت النتائج تحسناً طفيفاً في تكرار الهجوم النشط بعد التدريب، مع زيادة متوسط قدرها 1 نقطة. ($p > 0.05$) كما أظهر معدل ضربات القلب المرتبط بالهجمات النشطة زيادة من متوسط 100 إلى 105 ضربة في الدقيقة. ($p > 0.05$) بالنسبة لاختبار كوبر، زاد متوسط معدل ضربات القلب من 8.2 ± 194 إلى 9.1 ± 195 ضربة في الدقيقة، مما يشير إلى تفاوت طفيف. كانت التغيرات المرصودة للتمارين Nage-Waza و Activity-Uchikomi أيضاً هامشية، مع زيادة في معدل ضربات القلب بمقدار 1 إلى 2 ضربة في الدقيقة في المتوسط. ($p > 0.05$)

الخلاصة: على الرغم من أن التدريب المتقطع عالي الكثافة (HIIT) المتخصص في الجودو أظهر تحسناً طفيفاً في تكرار الهجوم النشط وزيادة في الاستجابة القلبية، إلا أن النتائج لا تشير إلى تقدم كبير في القدرة على التحمل كما يقيسها اختبار كوبر. تشير هذه النتائج إلى أنه بينما قد يحسن HIIT بعض القدرات المحددة، إلا أن تأثيره على التحمل العام يظل محدوداً، مما يستدعي المزيد من البحث.

الكلمات المفتاحية: الجودو، اختبار كوبر، اللاهوائي، التدريب المتقطع عالي الكثافة. (HIIT)

Sommaire

| | pages |
|---|-------|
| Dédicace | B |
| Remerciement | C |
| Résumé | D |
| Abstract | E |
| المخلص | F |
| sommaire | G |
| Liste des figures | |
| Liste des tableaux | |
| La partie théorique | |
| Chapitre 01 : Introduction | |
| I-1. Contexte de l'étude | 02 |
| I-2. Objectifs de l'étude | 02 |
| I-3. Définitions des termes de l'étude | 03 |
| Chapitre 02 : Revue littérature | |
| II-1. Histoire du judo | 05 |
| II-2. Évolution du judo | 06 |
| II-3. Méthodes d'entraînement | 07 |
| II-3-1. Entraînement continu | 09 |
| II-3-2. Entraînement musculaire | 11 |
| II-3-3. Entraînement spécifique au judo | 11 |
| II-3-4. Entraînement par intervalles à haute intensité (HIIT) | 12 |
| II-3-5. Entraînement intermittent de haute intensité (HIIT) | 12 |
| II-4. Méthodes d'entraînement et performances des athlètes de judo | 14 |
| II-5. Evaluation des performances chez les athlètes de judo | 15 |
| II-6. Test spécial d'aptitude au judo (SJFT) | 18 |
| II-6-1. Test de course de 12 minutes | 20 |
| II-6-2. Étude du rythme cardiaque | 20 |
| | 20 |
| La partie pratique | |
| Chapitre 03 : Méthodologie de recherche | |
| III-1. Sujet de l'étude | 23 |
| III-2. Instruments et équipements | 23 |
| III-3. Contenu du Test | 27 |
| III-4. Procédure expérimentale | 28 |
| III-5. Traitement et Analyse des Données | 30 |
| Chapitre 04 : Analyse des Résultats et Discussion | |
| IV-1. Fréquence des mouvements et fréquence cardiaque dans l'entraînement HIIT spécialisé de judo | 33 |
| IV-1-1. Traduction plus détaillée et explications | 33 |

| | |
|---|----|
| IV-1-2. Analyse des fréquences d'entraînement pour les nagui komi rapides en judo (Nage-Waza) | 34 |
| IV-1-3.. Analyse des résultats | 37 |
| IV-1-4. Observations et Interprétations | 37 |
| IV-2. Analyse de l'endurance pour la technique de projection en judo - Seoi Nage | 39 |
| IV-2-1. Résultats et Interprétations | 39 |
| IV-2-2. Résumé des résultats | 40 |
| IV-2-3. Analyse des fréquences cardiaques | 41 |
| IV-2-4. Résumé des résultats | 41 |
| IV-3. Analyse de l'endurance et de la technique de projection en judo - Seoi-Nage | 42 |
| IV-3-1. Analyse des résultats | 42 |
| IV.-3-2. Analyse des répétitions de la technique de projection | 42 |
| IV-3-3. Fréquence cardiaque pendant la technique de projection | 42 |
| IV-4. Discussion | 44 |
| Conclusion | 47 |
| Références | 49 |

Liste des figures

| N° | Titre | Pages |
|-------|---|-------|
| 3-5-1 | le test spécifique, le test d'endurance anaérobie et l'entraînement, répartis sur un total de 9 jours | 29 |
| 4-4-1 | Evolution du nombre de répétitions de la technique statique d'uchi-komi lors d'un entraînement de judo spécialisé sur trois jours. Cette figure compare le premier jour et le sixième jour de l'entraînement. | 34 |
| 4-1-2 | Analyse des fréquences de nagui-komi pour l'entraînement rapide en judo (Nage-Waza) sur six jours | 35 |
| 4-1-3 | Analyse des fréquences des mouvements pour l'entraînement en méthode de nagui-komi circulaires (Activity-Uchikomi) | 35 |
| 4-2-1 | Analyse des distances et de la fréquence cardiaque (HR) des tests de l'endurance (Cooper Test) avant (Pre-Test) et après (Post-Test) l'entraînement | 38 |
| 4-2-2 | Analyse du nombre de répétitions pour la technique de projection en judo - Seoi-Nage avant (Pre-Test) et après (Post-Test) l'entraînement | 41 |
| 4-2-3 | Analyse de la fréquence cardiaque (HR) pour la technique de projection en judo - Seoi-Nage avant (Pre-Test) et après (Post-Test) l'entraînement | 42 |

Liste des tableaux

| N° | Titre | Pages |
|--------|---|-------|
| 3-1-1 | Données de base des participants | 23 |
| 3-3-2 | Tableau de registre des tests expérimentaux sur l'impact du mode d'entraînement HIIT en judo sur le test Cooper et la fréquence des attaques | 24 |
| 3-3-3 | Tableau de registre de l'entraînement expérimental sur l'impact du mode d'entraînement HIIT en judo sur le test Cooper et la fréquence des attaques | 26 |
| 3-4-1 | Contenu des Tests | 27 |
| 4-1-1. | Analyse de la fréquence cardiaque pour l'entraînement en méthode de nagui-komi circulaires (4x20 s) - Jour 1 (Day-1) et Jour 6 (Day-6) pour Set-4 | 37 |

Chapitre 01 :

Introduction

I-1. Contexte de l'étude

La compétition en judo est caractérisée par une dynamique intense, avec des combats courts mais de haute intensité, s'étendant généralement sur 4 minutes. Ce sport est devenu une discipline de haut niveau avec des exigences énergétiques principalement issues du métabolisme anaérobie (Hou, Huang & Liu, 2007). Les méthodes d'entraînement en judo sont de plus en plus spécialisées, intégrant non seulement des techniques de saisie et de déplacement, mais aussi des mécanismes physiologiques cruciaux. Pour répondre aux exigences des athlètes modernes, les objectifs d'entraînement doivent être courts et précis. Ces dernières années, l'entraînement par intervalles à haute intensité (HIIT) est devenu un élément clé de nombreux régimes d'entraînement, y compris pour les judokas.

En janvier 2018, les règles du judo ont été modifiées, réduisant le temps de combat de 5 à 4 minutes et mettant davantage l'accent sur la réalisation d'un ippon parfait. Cette règle vise à augmenter l'intensité des combats en exigeant une attaque efficace et rapide. Les techniques d'attaque, considérées comme les plus importantes dans le judo, nécessitent une coordination corporelle totale pour réussir une projection efficace. Depuis ces changements, des avertissements sont donnés pour les attaques inefficaces, et une disqualification est possible après trois avertissements. Ces nouvelles règles renforcent l'importance de la vitesse et de la fréquence des attaques efficaces.

La question de savoir si un entraînement de judo par intervalles à haute intensité peut améliorer les capacités d'attaque en compétition mérite une exploration approfondie. Cette étude se concentrera sur les jeunes judokas de niveau de base, en testant des techniques de projection en position debout et en fournissant des recommandations pour les entraîneurs de judo de niveau inférieur.

I-2. Objectifs de l'étude

Cette recherche vise à explorer la relation entre les méthodes d'entraînement HIIT spécifiques au judo et la fréquence des attaques ainsi que l'endurance anaérobie. Les objectifs spécifiques sont les suivants :

1. Examiner les effets de trois jours d'entraînement HIIT spécifique au judo sur la fréquence des mouvements et le rythme cardiaque.
2. Analyser l'impact de l'entraînement HIIT spécifique au judo sur les attaques en projection (Seoi-Nage) et l'endurance.

I-3. Définitions des termes de l'étude

1. **Ippon** : En judo, l'ippon est la forme la plus haute de score, obtenue lorsque l'adversaire est projeté au sol avec son dos touchant complètement et rapidement le tatami. Ce score met fin immédiatement au combat.
2. **Shido** : Un avertissement pour infraction aux règles en judo. Trois avertissements entraînent une disqualification.
3. **Active Attack** : Méthode d'entraînement en judo où le judoka doit constamment manipuler l'adversaire pour déplacer son centre de gravité, favorisant ainsi des attaques efficaces.
4. **Statique Uchikomi** : Méthode d'entraînement par répétition d'un mouvement spécifique, soit en utilisant une seule technique ou en améliorant la vitesse et la force de l'attaque.
5. **Activity-Uchikomi** : Méthode d'entraînement consistant à attaquer dans quatre directions différentes après avoir effectué quelques pas, permettant de pratiquer des attaques dans diverses orientations.

Chapitre 02 :
Revue littérature

II-1. Histoire du judo

Créé par Jigoro Kano en 1882, le Judo « la voie douce », traduit du japonais, est un art martial d'origine japonaise, dont la formation historique est issue d'un autre art martial japonais appelé JuJutsu et dont les fondements sont liés aux bienfaits de l'intégrité physique et morale des pratiquants (Laux & Zanini, 2014). Le Jujutsu est un art martial très ancien dans l'histoire du combat, qui existe depuis l'ère féodale au Japon (Cassetari, 2022). Le jujutsu était souvent utilisé en combat et était largement pratiqué par les guerriers, car les armes telles que les épées et les lances étaient interdites afin de garantir la sécurité des grands dirigeants japonais (Cassetari, 2022) Choisi pour ses aspects violents et efficaces, le Jujutsu se terminait par des blessures graves, des dislocations, des fractures et même la mort (Gondim, Melo, Mazzei, Kohl, & Menezes, 2022).

Le Jujutsu était pratiqué par les guerriers samouraïs, une classe de guerriers apparue entre le 10^e et le 11^e siècle. En plus d'être de bons cavaliers, ils étaient également habiles non seulement avec des lances et des épées, mais aussi avec les arts guerriers, devenant une classe sociale qui a pris fin en 1868 avec la fin de l'ère Meijin (Cassetari, 2022). Cependant, le déclin de cet art martial était prévisible, car il n'y avait pas de concepts éthiques ou moraux, ce qui inquiétait le maître Jigoro Kano.

Lorsque Jigoro Kano a créé le judo, son objectif était de créer une forme de combat qui ne soit pas une fin en soi, mais qui ait une signification personnelle et sociale pour ceux qui la pratiquent (Trusz & Dell'Aglio, 2010). Parallèlement au judo, Kano a développé l'école appelée Kodokan (Institut de la Voie de la Fraternité) (Kano, 2021). Au Brésil, le judo est né de l'immigration japonaise, où il a conservé ses pratiques et sa culture traditionnelles (Souza, Assumpção, & César, 2007). Les colons japonais pratiquaient le judo pour conserver leur culture et leurs loisirs, et cette pratique a ensuite été autorisée aux Brésiliens (Nunes & Rubio, 2012). Afin d'étendre la pratique, deux enseignants appelés Mitsuyo Maeda et Shoishiro Satake sont venus au Brésil, tous deux le 14 novembre 1914 et contemporains dans leur initiation à l'école de Jigoro Kano (Kano, 2009)

Le but de la philosophie de Jigoro Kano était d'améliorer le caractère intellectuel et physique des êtres humains. La philosophie de Jigoro Kano est la véritable essence de la philosophie du judo (Miarka et al., 2014).

Jigoro Kano, diplômé en philosophie de l'Université impériale de Tokyo, a observé que les techniques pouvaient avoir des valeurs éducatives dans la préparation des jeunes, en leur donnant l'occasion d'améliorer leur maîtrise de soi et de surmonter leurs propres limites (Araujo & Neto, 2017). Le maître Jigoro Kano a démontré qu'avec une approche pédagogique bien

développée, il pouvait donner au combat un caractère éducatif et un succès dans le processus de formation sociale, en décidant de développer à partir des principes du combat des techniques d'amortissement (Ukemi), des techniques de saisie (Kumi-Kata) et des techniques de projection (Nage-waza), des activités d'équilibre et de déséquilibre et un vêtement spécial pour l'entraînement (le Judogui) (Araujo & Neto, 2017).

Le sport a été institutionnalisé après la fin de la guerre mondiale, lorsque la première fédération de judo d'État a été créée le 17 avril 1958 à São Paulo, suivie par les fédérations de Rio de Janeiro le 9 août 1972, de Paraná le 7 octobre 1961 et de Minas Gerais le 10 juin 1961 (Nunes & Rubio, 2012). Le premier championnat brésilien de judo a eu lieu en 1954 à Rio de Janeiro, le second à Belo Horizonte en 1957, bien que la Confédération brésilienne de judo n'ait vu le jour qu'en 1969 (Kano, 2009). Avec l'introduction du judo dans le programme olympique entre 1964-1972, sa visibilité dans les médias et dans le monde est venue avec la participation aux compétitions officielles (Souza et al., 2007). La première participation du judo à une compétition olympique a eu lieu en 1932 à Los Angeles, lorsque Jigoro Kano et 200 étudiants ont fait une démonstration de ce sport (Kano, 2013). Les Jeux olympiques sont considérés comme la principale compétition pour divers sports, notamment le judo (Emerson Franchini, Sterkowicz, Meira, Gomes, & Tani, 2008)

II-2. Évolution du judo

Le judo est décrit comme un sport de combat intermittent, dynamique et de haute intensité qui requiert des compétences tactiques et techniques complexes (Emerson Franchini et al., 2008). Les athlètes de judo doivent développer des compétences technico-tactiques telles que les projections, les prises, les techniques de projection et les combats simulés, ainsi que des composantes de la condition physique telles que la force, la puissance, la vitesse et l'endurance aérobie et anaérobie (Emerson Franchini et al., 2008).

Pendant les périodes d'effort, les athlètes réalisent des actions de différentes intensités : s'approcher du judogui (Kimono) de l'adversaire, exécuter des mouvements rapides des mains et des pieds, déplacer l'adversaire afin d'avoir le contrôle du combat, maîtriser les actions de déséquilibre de l'adversaire pour la meilleure exécution et projeter la technique elle-même, c'est-à-dire le principal moyen d'obtenir le score absolu dans le combat ((Emerson Franchini, Artioli, & Brito, 2013).

La durée des combats était auparavant de 5 minutes pour les hommes et de 4 minutes pour les femmes, comprenant des périodes de ~30 secondes d'effort intense, entrecoupées de ~10 secondes d'interruptions (Miarka et al., 2014). Actuellement, la nouvelle règle a réduit le temps de combat à 4 minutes (Adel Belkadi et al., 2015), ce qui n'a pas été observé pour

augmenter l'intensité des combats. En outre, l'athlète de judo a besoin d'endurance (pour tenir pendant toute la durée du combat, en combattant 4 à 7 fois dans la même journée), de vitesse (pour exécuter et réaliser des techniques) et de force (pour lancer, contrôler et maintenir une base ferme face à l'adversaire) (Emerson Franchini, Del Vecchio, Matsushigue, & Artioli, 2011)

Les athlètes de judo ayant une capacité aérobie élevée sont capables de réaliser de très bonnes performances en compétition et ont une influence positive sur le maintien et la fréquence des attaques. Cette capacité favorise un retard dans l'accumulation de métabolites tels que $[H^+]$ et $[Pi]$ et une récupération rapide entre les combats (Emerson Franchini et al., 2011) Dans la littérature, les valeurs de $\dot{V}O_2max$ se situent entre 50-60 mL.Kg-1.min-1 chez les athlètes masculins et 40-50 mL.Kg-1.min-1 chez les athlètes féminines (Andreato, Lara, Andrade, & Branco, 2017). Selon FRANCHINI et al. (2011a), il existe une corrélation significative et positive ($r = 0,79$, $p < 0,05$) entre le $\dot{V}O_2max$ estimé et le nombre de lancers dans le SJFT. En outre, une corrélation élevée ($r = 0,70$, $p < 0,05$) a également été observée entre la vitesse maximale d'un test progressif et le nombre de lancers pendant le SJFT ((Detanico, Dal Pupo, Franchini, & Giovana dos Santos, 2012).

Les efforts répétitifs peuvent générer une fatigue musculaire, c'est-à-dire l'incapacité à maintenir le niveau de force pendant l'activité (Adel Belkadi, Alia, & Mohammed, 2020; Detanico et al., 2012). La fatigue affecte négativement les performances de l'athlète, en particulier dans les derniers instants du combat. Des études ont observé une diminution de 15 % de la force de préhension après le deuxième effort au cours d'un combat simulé, ainsi qu'une diminution de 5 % du couple maximal dans les rotations externes et internes de l'articulation de l'épaule après trois combats simulés (Bonitch-Góngora, Bonitch-Domínguez, Padial, & Feriche, 2012).

Par conséquent, il est nécessaire que l'athlète suive un entraînement physique spécifique au sport afin de générer des adaptations physiologiques pour répondre aux exigences du combat, en particulier à un niveau compétitif (Adel et al., 2019; Emerson Franchini, Branco, Agostinho, Calmet, & Candau, 2015).

II-3. Méthodes d'entraînement :

L'entraînement physique est un processus organisé et systématique d'amélioration physique, morphologique et fonctionnelle qui a un impact direct sur la capacité à effectuer des tâches impliquant des exigences motrices dans le sport (Cherara, Belkadi, Mesaliti, & Beboucha, 2022; Impellizzeri, Rampinini, Coutts, Sassi, & Marcora, 2004). Les protocoles d'entraînement, les différences existantes en termes d'intensité, de volume et de fréquence, ainsi que les facteurs internes (génotypes) et externes (phénotypes) peuvent être décisifs pour que

l'athlète atteigne le plus haut niveau de compétition, pour la réussite d'un programme d'entraînement et pour le développement du (Booth, Laye, & Spangenburg, 2010; Yacine et al., 2020).

Les performances sportives des différents sports ont une forte influence sur l'entraînement des différentes habiletés motrices au cours de la période d'entraînement elle-même, et il appartient aux entraîneurs et aux chercheurs de vérifier les effets de leur interaction simultanée sur les performances sportives (Roschel, Tricoli, & Ugrinowitsch, 2011). La littérature a tenté de trouver des méthodes et des moyens d'entraînement qui optimisent les performances des athlètes, bien que la réponse d'un athlète à une méthode d'entraînement particulière puisse être liée à divers facteurs tels que l'expérience (temps passé à s'entraîner), le sport pratiqué et la méthode d'entraînement utilisée (Roschel et al., 2011).

Diverses méthodes d'entraînement ont été utilisées pour optimiser la condition physique des athlètes, notamment l'entraînement au sprint répété, qui s'est révélé être une stratégie d'amélioration de la performance physique, en particulier dans les sports intermittents (Iaia et al., 2017). Le principal argument en faveur de l'utilisation de cette méthode est l'amélioration et la plus grande efficacité des systèmes aérobie et anaérobie (Buchheit & Laursen, 2013).

L'entraînement de la force musculaire (TMS) est également très important pour divers sports et reçoit beaucoup d'attention dans les programmes d'entraînement (Mohamed, Mohamed, Mohammed, Mokrani, & Belkadi, 2019). Le MFT est une méthode qui vise à augmenter la capacité du muscle à effectuer une tension ou à surmonter une résistance (Chrara, Raoui, Belkadi, Hocine, & Benbernou, 2018; Spencer & Gustin, 2001; Zerf, Mokhtar, Kherfane, Adel, & Beboucha, 2021). Elle consiste à utiliser des outils tels que des poids libres, des machines et/ou le poids du corps pour générer une charge de travail (Izquierdo-Gabarren et al., 2010; Youcef, Mokhtar, & Adel, 2022). Différentes méthodologies d'entraînement peuvent être utilisées et sont responsables à la fois de changements physiologiques (adaptations neurales entraînant des gains de force et adaptations périphériques, telles que les réponses dans le processus d'hypertrophie musculaire) et de changements mécaniques (avec des modifications de la structure de l'organisme) (Mikkola, Rusko, Nummela, Paavolainen, & Häkkinen, 2007).

Les méthodes d'entraînement aérobie contribuent de manière significative au maintien du système oxydatif, en particulier lors d'un exercice maximal, égalant le système anaérobie à partir de 2 minutes, où la contribution aérobie est d'environ 65 % (Spencer & Gustin, 2001). Les méthodes d'entraînement continu (CT) et d'entraînement par intervalles (IT) sont les plus utilisées dans l'entraînement sportif pour optimiser la performance aérobie (Benhammou et al., 2022; Tuimil, Boullosa, Fernández-del-Olmo, & Rodríguez, 2011).

Dans la pratique, les méthodes d'entraînement sont utilisées en fonction des caractéristiques et des exigences du sport pratiqué, ainsi que des caractéristiques et des performances des athlètes.

II-3-1. Entraînement continu :

L'entraînement continu consiste en des exercices sous-maximaux à charge constante effectués à des intensités faibles et modérées et de longue durée, sans pause du début à la fin, dans le but d'augmenter la capacité aérobie (A Belkadi & Mime, 2019; Daussin et al., 2008). L'avantage de ce type d'entraînement est qu'il améliore et augmente divers aspects du système cardiorespiratoire, tels que la consommation maximale d'oxygène, l'augmentation de la capillarité musculaire, l'augmentation des enzymes mitochondriales, l'amélioration du système d'approvisionnement en énergie aérobie et l'augmentation des processus énergétiques enzymatiques (Benchehida et al., 2021; Smart & Steele, 2012)

Une étude utilisant un protocole de CT (60 minutes sur le vélo, à une intensité de 70 % de $\dot{V}O_2\text{max}$, 5 jours par semaine, pendant 6 semaines) a rapporté une amélioration de 10 % de $\dot{V}O_2\text{max}$, sans effet significatif sur la capacité anaérobie (Benhammou et al., 2022; Maha & Nemati, 2015). Une autre étude utilisant un protocole de CT (30 à 60 minutes, intensité entre 40 et 60 % de $\dot{V}O_2\text{max}$, 3 à 5 fois par semaine, pendant 4 semaines) a observé une diminution de la pression artérielle systolique de 3,4 mmHg et de la pression artérielle diastolique de 2,4 mmHg (Berria, Bachir, Eddine, & Adel, 2018; Fagard, 2001). Lorsqu'elle est appliquée de manière intense, l'intensité est maintenue proche du seuil anaérobie (TA), où l'exercice peut être maintenu pendant 30 à 60 minutes (Piotrowicz, Baranowski, Piotrowska, Zieliński, & Piotrowicz, 2009; Yacine et al., 2020). En revanche, lorsque le TC est appliqué lentement, il nécessite un plus grand volume d'entraînement, améliore le système cardiovasculaire et est associé à une meilleure capacité aérobie (Piotrowicz et al., 2009).

II-3-2. Entraînement musculaire :

La musculation est une méthode d'entraînement couramment utilisée dans la préparation physique des athlètes et le développement de la force musculaire (Štefanovský, Kraček, Ciz, & Czibulova, 2017). La force musculaire peut être considérée comme la capacité d'un muscle à générer et à exercer une tension (Bazyler, Abbott, Bellon, Taber, & Stone, 2015). La force musculaire peut être affectée positivement ou négativement par le protocole d'entraînement (Bazyler et al., 2015; Manar, Adel, Lalia, & Saddak, 2023). Par exemple, un protocole à faible volume 1-2 séries, 2-3 séances, 20-60 minutes par séance, intensité (30-50% de 1RM) est associé à aucun ou peu de changement dans les gains de force musculaire (Manar et al., 2023). En revanche, les protocoles d'entraînement avec des volumes élevés, c'est-à-dire 3 séries, 10-

15 répétitions, intensité modérée (50-70% de 1RM), avec 2 à 3 séances par semaine pendant 8-14 semaines entraînent des gains de force plus importants par rapport aux protocoles avec un volume plus faible (Thomas et al., 2007).

L'objectif de la TF chez les athlètes de judo est d'augmenter la force dans différents segments du corps tels que les articulations de la hanche, du genou et de la cheville, ainsi que d'améliorer le taux de développement de la force (Thomas et al., 2007). Les protocoles d'exercices de faible intensité (30-50% du 1RM) effectués à des vitesses élevées sont associés à un meilleur développement de la force et à des gains plus importants en termes de taux de force, d'actions explosives et de mouvements spécifiques au sport (Thomas et al., 2007).

L'effet de l'entraînement sur l'hypertrophie, la production de force et les performances des athlètes a été étudié (Bazyler et al., 2015). L'hypertrophie est considérée comme une augmentation de la surface transversale des fibres musculaires et favorise une augmentation du tissu conjonctif (représentant environ 12 % du muscle), la vascularisation (formation de nouveaux capillaires) et l'amélioration du métabolisme musculaire (Pereira, Nunes, Figueiredo, & Espada, 2015). Selon RAMALHO et al. (2011), les protocoles comportant 1 à 3 répétitions (exécution lente/moyenne, repos prolongé entre les exercices) et des charges comprises entre 90 et 100 % du maximum d'une répétition (1RM) ou 6 à 12 répétitions avec des charges comprises entre 75 et 80 % du 1RM peuvent générer des niveaux d'hypertrophie musculaire.

La littérature a montré que différents protocoles d'entraînement peuvent varier en volume et en intensité (Wernbom, Augustsson, & Thomeé, 2007). Une étude portant sur des athlètes de judo utilisant un protocole d'entraînement (2 séries (1-2 semaines), 3 séries (3-8 semaines) et 4 séries (9-12 semaines) x 12 répétitions, à 70 % 1-RM au cours des 2 premières semaines et à 80 % 1-RM entre 3-12 semaines) a observé une augmentation de l'interaction (groupe x période) de la puissance anaérobie ($P < 0,05$) (Lee et al., 2015).

Au cours de la séance d'entraînement, divers aspects tels que l'ordre des exercices et le groupe musculaire sollicité peuvent être adaptés et organisés de manière à rapprocher l'entraînement des besoins des athlètes (Simão, de Salles, Figueiredo, Dias, & Willardson, 2012). Une étude portant sur des athlètes de judo exécutant un protocole d'entraînement dans le but de vérifier l'ordre des exercices dans la performance de la forme maximale qui consistait en 36 séances, 3 fois par semaine, avec 3 séries x 10-12 répétitions à 80-90% de 10-RM et a rapporté des améliorations significatives ($P < 0,05$) dans le test 10RM dans les deux groupes (Beboucha, Belkadi, Benchehida, & Bengoua, 2021; Saraiva et al., 2014).

Les athlètes de judo doivent développer leur niveau de force afin d'exécuter efficacement les techniques pendant le combat (Agostinho, Junior, Stankovic, Escobar-Molina,

& Franchini, 2018). Les athlètes ayant un niveau de compétition plus élevé ont des valeurs de force plus élevées que les athlètes ayant un niveau de compétition moins élevé (Agostinho et al., 2018). En outre, 70 % des athlètes de haut niveau pratiquent la musculation plus fréquemment que trois fois par semaine (Emerson Franchini & Takito, 2014). Une étude menée auprès d'athlètes de l'équipe nationale australienne de judo a utilisé un protocole de 10 répétitions x 10s de contraction des poignées avec un intervalle de récupération de 10s, et a fait état d'une diminution de 39 % de la force des poignées (Adel et al., 2019). La raison de cette baisse de force peut être liée à la répétition constante du mouvement et au niveau élevé d'effort fourni par les membres supérieurs pendant le combat. Une étude précédente avec des athlètes de judo a utilisé un protocole de TF consistant en 4 séries x 8-12 exercices x 8-12 répétitions à 70-80 % 1RM avec 1 minute de récupération entre les séries pendant la première phase et 4 séries x 3-5 répétitions à 90 % 1RM avec 3 minutes de pause entre les séries dans la deuxième phase pendant 18 semaines (Emerson Franchini et al., 2015). Une augmentation de 8% a été rapportée dans le test 1-RM, la force des poignées de 57% et la force isométrique des poignées de 39% (E. Franchini, Del Vecchio, Ferreira Julio, Matheus, & Candau, 2015)

Le judo est un sport aux actions spécifiques, où les projections et les techniques sont exécutées avec une forte demande de force. Il est important que les séances d'entraînement soient adaptées à la réalité du combat et aux besoins des athlètes, en respectant à la fois les structures et la séquence temporelle (A. Belkadi, Benchehida, Benbernou, & Sebbane, 2019).

II-3-3. Entraînement spécifique au judo :

Le judo est une discipline dynamique caractérisée par des combats de courte durée mais de haute intensité, durant généralement 4 minutes (Pulkkinen, 2001). Ce sport a évolué pour devenir un sport de compétition intense, avec une dépendance majeure au métabolisme anaérobie (Štefanovský et al., 2017). Les techniques spécifiques de judo, telles que les saisies, les projections, et les immobilisations, sont intégrées dans des séances d'entraînement combinant la technique et la condition physique. Cette approche vise à améliorer la performance en compétition en simulant les conditions de combat réelles (Da Silva, Neto, Lopes-Silva, Leandro, & Silva-Cavalcante, 2021).

L'entraînement par intervalles en judo, basé sur les systèmes énergétiques du sport, permet de combiner des techniques spécifiques avec des exercices de conditionnement physique. Il est conçu pour améliorer la condition physique et les compétences techniques du judoka, en répétant des séquences d'attaque (Uchikomi), des combats libres (Randori), et des pratiques de nagui-komi (Zhang et al., 2024). L'objectif est d'optimiser les résultats de l'entraînement en ajustant les régimes d'entraînement en fonction des réponses physiologiques

des athlètes (Emerson Franchini, 2021). Les aspects de force et de vitesse sont essentiels pour exceller dans les phases offensives et défensives du judo (Monteiro, Massuça, Ramos, & Garcia-Garcia, 2024).

Les études précédentes ont comparé les valeurs de lactate sanguin lors des compétitions et des entraînements spécifiques. Par exemple, Lin & Wu (2004) ont observé que les niveaux de lactate pendant les compétitions de judo étaient plus élevés par rapport aux entraînements spécifiques. Emerson Francini et al. (2005) ont montré que les tests de condition physique en judo ont une corrélation positive avec les performances en compétition. Chen et al. (2009) ont découvert que les niveaux de lactate sanguin pendant les combats de judo étaient supérieurs à 6 mmol/l, atteignant jusqu'à 14 mmol/l, soulignant la nature anaérobie intense de ce sport.

II-3-4. Entraînement par intervalles à haute intensité (HIIT) :

L'entraînement par intervalles à haute intensité (HIIT) est conçu pour fournir un stimulus d'entraînement optimal en répétant des périodes courtes d'exercice à haute intensité, suivies de périodes de repos (Gibala, Little, Macdonald, & Hawley, 2012). Le HIIT est efficace pour améliorer la fonction cardiovasculaire, la performance sportive, et la capacité métabolique (Buchheit & Laursen, 2013). Après des périodes d'exercice intense, les phases de repos incomplet permettent de maintenir une charge élevée, ce qui stimule l'amélioration de l'efficacité anaérobie et de la capacité d'endurance (Benhammou et al., 2022).

Les recherches ont montré que le HIIT augmente la densité des mitochondries, le $VO_2\text{max}$, et la capacité aérobie, tout en réduisant la perte de liquide, la fatigue et les symptômes de surentraînement (Powers & Howley, 1997; Gillen et al., 2013). Le HIIT se rapproche des mécanismes physiologiques des compétitions de judo, où les périodes de haute intensité sont fréquentes. Cela suggère que les méthodes HIIT peuvent être intégrées dans les programmes d'entraînement pour améliorer les performances en judo (Chen, Zhang & Chen, 2017).

II-3-5. Entraînement intermittent de haute intensité (HIIT) :

L'entraînement intermittent de haute intensité (HIIT) a été adopté par de nombreux athlètes et entraîneurs et fait partie des programmes d'entraînement de nombreux sports (cyclisme, course à pied, football, basket-ball, volley-ball, judo, etc (Rønnestad et al., 2014). Le HIIT se caractérise par des séances d'entraînement courtes et de haute intensité, entrecoupées de périodes de repos ou de faible intensité (Gibala et al., 2012). Le HIIT peut être réalisé en une seule séance sur 2-4 semaines, avec des répétitions courtes (< 45s) et longues (2-3 minutes) à des intensités d'exercice de 80-100% du $VO_2\text{peak}$, avec des périodes de récupération entre 6 secondes et 4 minutes, où les séances d'exercice peuvent varier de 2 à 3 fois par semaine (Buchheit & Laursen, 2013).

Le HIIT est considéré comme une excellente stratégie pour améliorer la capacité aérobie et anaérobie et les performances sportives intermittentes, car il induit des changements physiologiques similaires à ceux de l'entraînement traditionnel, malgré une durée et un volume d'exercice totaux plus courts (Burgomaster et al., 2008). Différents protocoles ont été utilisés pour améliorer les performances ; un modèle HIIT pratique consiste en 10 efforts x 60s avec une charge constante correspondant à ~90% de la fréquence cardiaque maximale (HRmax), entrecoupés de 60s de récupération (GIBALA et al., 2012). Il a été démontré que les protocoles HIIT améliorent les performances des athlètes entraînés de 2 à 4 % (CHRISTENSEN et al., 2011).

Dans les sports de combat, les protocoles HIIT sont largement utilisés, principalement en raison de leurs caractéristiques intermittentes (RAVIER et al., 2009 ; FARZAD et al., 2011). Ce type d'approche garantit que l'athlète reste plus longtemps à une intensité élevée et optimise les charges de travail (MONKS et al., 2017). Dans une étude portant sur des athlètes de karaté utilisant un protocole HIIT (7-9 courses, 20s à 140% de VO_{2max} avec un intervalle de 15s, deux fois par semaine pendant 7 semaines), des augmentations ont été constatées dans le temps jusqu'à épuisement (23,6%), le déficit maximal en oxygène (10,3%) et le test gradé de VO_{2max} (4,6%) (RAVIER et al., 2009).

Une autre étude a soumis des athlètes de lutte professionnelle à un protocole HIIT, 2 séances par semaine, pendant 4 semaines (6 courses de vitesse de 35 m, avec des intervalles de 10 s) (FARZAD et al., 2011). Une augmentation de 5,4 % a été observée pour VO_{2max} lors du test sur tapis roulant, VO_{2max} temps limite (32,2 %), VO_{2max} pic (11,9 % et 36,5 %) et pour la puissance moyenne (6,5 % et 9,1 %) au cours du protocole de wingate (FARZAD et al., 2011). Dans une autre étude, des athlètes de Taekwondo ont été soumis à un programme d'entraînement (avec 11 séances).

Pendant les quatre semaines d'entraînement, 3 fois/semaine pendant les trois premières semaines et 2 fois/semaine pendant la quatrième semaine), le protocole HIIT (3 séries / 1 course de 60s/ intensité de 80-100% HRmax et 120s de récupération active en marchant pendant les efforts). Ils ont constaté une augmentation de la puissance anaérobie maximale ($P < 0,05$), de la puissance maximale relative ($P < 0,05$) et de la puissance moyenne ($P < 0,05$). Cependant, l'effet le plus important s'est produit sur la capacité aérobie, qui a augmenté de 8,8 % dans le groupe HIIT par rapport au groupe témoin (1,7 %).

Une étude a été menée auprès d'athlètes de boxe, qui ont été soumis à un protocole HIIT (3 rounds avec 14 séries de 3 coups de poing, avec 10 secondes de récupération, avec 1 minute de récupération entre les rounds) trois fois par semaine pendant 4 semaines. Des améliorations

de la puissance maximale de $175,6 \pm 12,3$ W à $187,8 \pm 14,2$ W ont été observées dans le groupe expérimental par rapport au groupe témoin (KAMANDULIS et al., 2018). En ce sens, les méthodes d'entraînement caractérisées comme intermittentes sont considérées comme des outils et des stratégies efficaces non seulement en termes de volume et de temps d'exercice total, mais aussi pour les adaptations rapides, l'amélioration de la capacité fonctionnelle et la spécificité de l'athlète. Les résultats ont été positifs et les protocoles d'entraînement améliorent les performances dans des tests spécifiques, ainsi que le rapport coût-bénéfice de leur applicabilité.

II-4. Méthodes d'entraînement et performances des athlètes de judo :

Le judo est un sport de combat intermittent dans lequel différentes méthodes d'entraînement sont utilisées pour préparer les athlètes (VIVEIROS et al., 2011). Dans une étude, des athlètes de judo ont été soumis à un protocole de CT (avec course continue, 2 séances par semaine, d'une durée de 30 minutes, à une intensité de 60 % de la VAM) et ont constaté des améliorations significatives de 12 % de l'indice SJFT après 12 semaines (BONATO et al., 2015). La FT s'est également avérée pertinente pour la performance des athlètes de judo, améliorant non seulement leur performance dans des activités spécifiques, mais protégeant également les structures musculaires (BLAIS ; TRILLES ; LACOUTURE, 2007).

Une étude menée auprès d'athlètes de judo, dans laquelle ils ont été soumis à un protocole d'entraînement en résistance (RT) (3 séries x 8-12 répétitions à une intensité comprise entre 80-90% de 10RM) trois fois par semaine pendant 12 semaines. Ils ont observé des effets significatifs ($p < 0,05$) sur le nombre de lancers et l'indice du Special Judo Fitness Test (SJFT) (SARAIVA et al., 2017). Le SJFT a une demande spécifique élevée, dans laquelle les actions effectuées nécessitent des niveaux élevés de force entre les membres inférieurs et supérieurs (OLIVEIRA et al., 2017).

Le judo est un sport acyclique avec un ensemble élevé et complexe de techniques, où les athlètes doivent mobiliser un maximum de techniques pour réussir le combat (FRANCHINI et al., 2008a). Pour optimiser les composantes physiques et techniques, les athlètes sont soumis à plusieurs séances d'entraînement avec des répétitions de techniques avec et sans projection en utilisant différents protocoles, techniques et structures temporelles (BAUDRY ; ROUX, 2009).

En judo, le HIIT a été utilisé pour promouvoir les adaptations nécessaires à la performance optimale de l'athlète de manière intense, à proximité des actions spécifiques (FRANCHINI et al., 2016a). Dans une étude, 35 athlètes ont été divisés en groupes : un groupe témoin (N:8), un groupe expérimental pour les membres supérieurs (N:9), un groupe expérimental pour les membres inférieurs (N:9) et un groupe expérimental pour l'uchi-komi

(N:9) : 9), dans lequel ils ont suivi un protocole HIIT dans différentes activités (bicyclette ergométrique des membres inférieurs, bicyclette ergométrique des membres supérieurs et uchi-komi) qui consistait en 2 blocs avec 10 séries x 20 efforts à intensité maximale avec un intervalle de 10s entre les séries et 5 minutes entre les blocs, deux fois par semaine pendant 4 semaines (FRANCHINI et al. , 2016a). Une augmentation significative de la puissance aérobie maximale a été démontrée dans la condition des membres supérieurs (12,3%), les augmentations du groupe uchi-komi dans la puissance maximale (16,7%), les membres inférieurs dans la puissance moyenne (14,2%) et dans le nombre de lancers dans le SJFT ($P<0,05$) et une diminution de la FC immédiatement après le SJFT ($P<0,05$) (FRANCHINI et al., 2016a).

Différents moyens ou activités sont utilisés pour manipuler les protocoles HIIT, par exemple, une étude avec des athlètes de judo dans laquelle ils ont été soumis à un protocole HIIT (15 séries x 1 minute à 90% de la VAM avec 1 minute de récupération active à 60% de la VAM) pendant 12 semaines et ont observé une augmentation significative de la puissance aérobie maximale ($P= 0,04$) et de la FC de récupération de 17,3% ($P= 0,04$) (BONATO et al., 2015). Une étude avec des athlètes de judo utilisant un protocole HIIT (bicyclette ergométrique avec 6 répétitions x 10s d'effort maximal avec 45s de récupération passive sur 5 semaines) a observé une augmentation de 97,5% du travail mécanique, de la puissance maximale et du temps de travail dans le groupe expérimental par rapport au groupe témoin (NORKOWSKI et al., 2014).

Une autre étude a également manipulé un protocole HIIT, où des athlètes de judo ont effectué 4 fois par semaine 30s d'effort et 4 minutes d'intervalles (6 répétitions (1-2 semaine), 8 répétitions (3-8 semaine), 10 répétitions (9-12 semaine) à 80% d'intensité VAM (1-2 semaine), 90% VAM (3-12 semaine) afin de vérifier les changements dans le pourcentage de graisse, $\dot{V}O_2\max$, et la FC après le combat (KIM et al., 2011), 2011), une augmentation de la puissance anaérobie maximale de 16% et 17% a été observée au cours des 4 premières semaines et de 17% et 22% à partir de la 8e semaine par rapport aux valeurs de contrôle.

Tout au long de leur carrière sportive, les athlètes de judo suivent différents types d'entraînement, de l'entraînement général (course à pied continue et par intervalles, cyclisme et musculation) à l'entraînement spécifique (techniques de projection, techniques d'entrée et combats simulés) (FRANCHINI ; TAKITO, 2014).

II-5. Evaluation des performances chez les athlètes de judo :

Le judo est un sport qui exige un niveau élevé de condition physique (CP) afin de réaliser des performances optimales (BOHANNON, 2012). L'AP est la capacité à fournir des efforts physiques sans fatigue excessive, garantissant la survie d'une personne en bonne condition

organique dans l'environnement dans lequel elle vit (ARAÚJO ; ARAÚJO, 2000). Le judo est un sport de combat acyclique, où les athlètes doivent développer d'autres capacités de conditionnement telles que la coordination, la flexibilité, la force, la vitesse et l'endurance anaérobie afin de donner le meilleur d'eux-mêmes lors des séances d'entraînement et des compétitions (FRANCHINI et al., 2011a). Le niveau d'AP des athlètes de judo peut être évalué à l'aide du Special Judo Fitness Test (SJFT), qui est un test intermittent spécifique fournissant des informations sur la tolérance à l'effort (FRANCHINI ; ARTIOLI ; BRITO, 2013).

Le SJFT a été largement utilisé et suggéré par les chercheurs et les entraîneurs des équipes nationales et internationales pour évaluer la capacité physique spécifique et contrôler la performance des athlètes (FRANCHINI ; VECCHIO ; STERKOWICZ, 2009). Une étude a utilisé un protocole de forme aiguë de lancers adaptés toutes les 5s pendant 4 minutes avec 4 athlètes de judo et a observé une légère augmentation de la consommation maximale d'oxygène ($46,57 \pm 2,96$ mL·kg⁻¹·min⁻¹) (FRANCHINI et al., 2011c). Une autre étude menée par FRANCHINI et al. (2008a) utilisant des lancers toutes les 15 secondes pendant 5 minutes, a rapporté des valeurs de consommation maximale d'oxygène ($33,71 \pm 5,68$ mL·kg⁻¹·min⁻¹), cette valeur pouvant être liée à la structure temporelle et à la course pendant le SJFT.

D'autres tests tels que le Judogi Grip Strength Test (JGST) et le Uchi-Komi Fitness Test (UFT) ont été utilisés sur des judokas. Le JGST permet de vérifier l'endurance et la force isométrique des membres supérieurs, tandis que l'UFT vise à évaluer les qualités techniques du judoka (ALMANSBA et al., 2008 ; FRANCHINI et al., 2011b). Il a été démontré que l'UFT est associé au test de saut vertical ($r = 0,52$) et aux indices aérobie et anaérobie ($r = 0,89$, $r = 0,88$, respectivement) (ALMANSBA et al., 2008).

En outre, la littérature a montré que la force explosive et la puissance semblent être associées au niveau d'entraînement de l'athlète (BUŠKO ; NOWAK, 2008).

La puissance musculaire est représentée par le rapport force/vitesse et se traduit par la capacité à produire de la force rapidement. Une limitation de la production de l'un de ces aspects ou des deux interfère avec la génération de la puissance musculaire et ses performances (MACALUSO ; DE VITO, 2004). Lors des combats de judo, des actions explosives se produisent lorsque l'athlète tente de vaincre son adversaire en exécutant des techniques rapidement (MONTEIRO et al., 2011). Les actions explosives présentes dans l'activité musculaire sont une réponse aux actions concentriques et excentriques réalisées dans un court laps de temps appelé cycle d'étirement et de raccourcissement (SLSC) (MONTEIRO et al., 2011).

La littérature a rapporté l'utilisation d'activités balistiques chez les athlètes de judo, car celles-ci peuvent stimuler l'interaction des mécanismes EAC, indiquant une adaptation neuromusculaire insérée dans les actions intrinsèques des modalités avec les techniques d'entrée et de projection (BOGUSZEWSKA ; BOGUSZEWSKI ; BUŚKO, 2010). Une étude portant sur des athlètes de judo a utilisé le test du saut en contre-mouvement (CMJ) immédiatement après un combat simulé et a observé une baisse de la hauteur du CMJ (3,6 %) après deux combats simulés et 3,2 % après le troisième combat, ce qui suggère que les actions du CAE peuvent avoir été intensifiées pendant les combats et lors de l'exécution de techniques spécifiques, diminuant ainsi les performances (DETANICO et al., 2012). Des études ont montré que la CMJ est un bon indicateur de la performance musculaire chez les athlètes de judo (MONTEIRO et al., 2011 ; ZAGGELIDIS ; LAZARIDIS, 2012).

Un autre aspect important est la demande en oxygène pendant le combat, où des variables telles que $\dot{V}O_2\text{max}$ et HR sont liées à la meilleure performance de l'athlète (TORRES-LUQUE et al., 2016). Les athlètes de judo de niveau international ont des valeurs $\dot{V}O_2\text{max}$ plus élevées, comprises entre 43,5 et 58,7 mL·kg⁻¹·min⁻¹ pour les juniors et 40,0±5,5 et 64,9±5,5 mL·kg⁻¹·min⁻¹ pour les adultes, par rapport aux athlètes de niveau national (FRANCHINI et al., 2011a).

Pendant les compétitions, les athlètes ont une fréquence cardiaque comprise entre 180 et 182 bpm, ce qui correspond à 85-90% de la FC_{max} (HERNÁNDEZ-GARCÍA ; TORRES-LUQUE ; VILLAVARDE-GUTIERREZ, 2009). Les athlètes de judo qui participent à des compétitions de niveau international disputent généralement 5 à 7 combats le même jour, avec des intervalles de 10 minutes entre chaque combat, bien que l'intervalle entre chaque combat soit proche de 15 minutes (FRANCHINI et al., 2009). Des études ont cherché à déterminer si le temps d'intervalle et le type de récupération pouvaient influencer la performance anaérobie (FRANCHINI et al., 2003 ; FRANCHINI et al., 2009). Une étude a évalué un match de judo simulé avec récupération active et 15 minutes de récupération et n'a trouvé aucune amélioration de la capacité anaérobie (FRANCHINI et al., 2003). Bien que la concentration de lactate était plus faible pendant le combat (FRANCHINI et al., 2003). Un temps de récupération d'environ 20 minutes a été suggéré pour mieux éliminer le lactate sanguin.

Un temps de récupération d'environ 20 minutes a été suggéré pour mieux éliminer le lactate sanguin (GREENWOOD et al. lactate sanguin (GREENWOOD et al., 2008).

Le combat de judo dure 4 minutes et pendant ce temps, les athlètes effectuent des actions intenses pendant 20 à 30 secondes et font des pauses intenses pendant 20 à 30 secondes et des

pauses de 5 à 10 secondes (MIARKA et al., 2012). A Le maintien du combat a une réponse physiologique de prédominance aérobie, les actions décisives impliquant l'anaérobie.

Les actions décisives impliquent un métabolisme anaérobie (JULIO et al., 2017). Une étude antérieure avec des judokas olympiques italiens masculins et féminins a montré des concentrations élevées de lactate de 10,3 et 9,2 mmol/L après 5 minutes de combat (SBRICCOLI et al., 2007). D'autres études ont un protocole de 4 combats x 5 minutes et ont observé une augmentation du lactate sanguin entre 13 et 15 mmol/L dans tous les combats (BONITCH-DOMÍNGUEZ et al., 2010) et de 15-18 mmol/L (BONITCH-GÓNGORA et al., 2012). Ainsi, l'athlète n'est pas en mesure de récupérer complètement après un combat et peut commencer à se sentir mal à l'aise complètement après un combat, et peut commencer le combat suivant avec des quantités de lactate supérieures à la normale, ce qui compromet leur performance.

II-6. Test spécial d'aptitude au judo (SJFT) :

Le test spécial d'aptitude au judo (SJFT) a été mis au point en 2011 par (STERKOWICZ et

al., 2011). Il s'agit d'un test qui vise à évaluer une condition physique spécifique et a été largement utilisé dans la recherche sur le judo.

Il a été largement utilisé dans la recherche sur le judo (BOGUSZEWSKA ; BOGUSZEWSKI ; BUŚKO, 2010 ; FRANCHINI et al., 2011c). Le SJFT est composé de trois périodes de 15, 30 et 30s, avec une période de 10s et 30 secondes, avec un intervalle de repos de 10 secondes entre chaque période. Pendant le test, l'athlète (Tori) se tient à une distance de 3 mètres de deux autres athlètes (Ukes) de masse et de taille similaires.

Les deux athlètes se trouvent à 6 mètres de distance, face à face, et doivent les lancer autant de fois que possible à l'aide de l'ILS.

Les athlètes doivent les lancer autant de fois que possible en utilisant la technique Ippon-Seoi-Nage (FELIPPE et al., 2016).

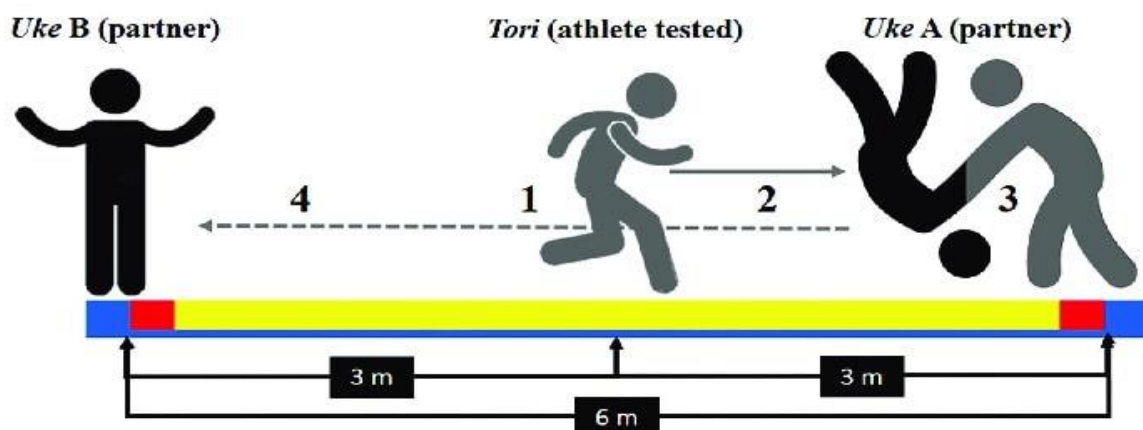


Figure 01. Special Judo Fitness Test

L'indice SJFT est calculé à l'aide de la formule suivante (STERKOWICZ, 1995) : Indice SJFT= FC finale(bpm) - FC après 1 minute(bpm) /Nombre de lancers

Des études ont également utilisé l'indice SJFT pour établir des critères de performance pour les athlètes. Certaines études ont utilisé l'indice SJFT relatif (FRANCHINI et al., 2015 ; CASALS et al.2017), où la valeur relative de l'indice SJFT est calculée à l'aide de l'équation suivante : indice SJFT relatif indice SJFT relatif = indice SJFT / masse corporelle (kg) Pour classer les performances des athlètes, les études ont utilisé le tableau suivant comme référence le tableau ci-dessous :

Tableau 1 - Normes de classification des tests spéciaux d'aptitude au judo.

| Classification | Nombre de chutes totales | FC finale (bpm) | FC 1 min après | Index |
|--------------------|--------------------------|-----------------|----------------|-------------|
| Excellent | 29 | 173 | 143 | 11.73 |
| Bien | 27-28 | 174-184 | 144-161 | 11.74-13.03 |
| Moyen | 26 | 185-187 | 162-165 | 13.04-13.94 |
| Faible | 25 | 188-195 | 166-174 | 13.95-14.84 |
| Très faible | 24 | 196 | 175 | 14.84 |

Source: Franchini et al. 2009

Note : FC - fréquence cardiaque.

Des recherches ont été menées sur les intensités utilisées pendant le combat. Le combat. Il a été démontré que la réponse des concentrations de lactate dans le sang après le SJFT était très similaire aux concentrations obtenues après le SJFT très similaire aux concentrations obtenues après les combats, ce qui indique qu'il existe des réponses métaboliques similaires (HESARI et Sterowicz (2009)) métaboliques similaires (HESARI et al., 2014). En outre, il a été constaté que le SJFT est lié à des variables importantes telles que la structure de l'entraînement, la capacité aérobie et anaérobie, la hauteur et la puissance du saut en contre-mouvement, la puissance maximale et la vitesse (BOGUSZEWSKA ; BOGUSZEWSKI ; BUŚKO, 2010 ; DETANICO et al., 2012).

Le SJFT a également été développé pour les actions de lancer qui sont impliquées dans la structure temporelle, le mouvement et l'intensité présents dans le sport. la structure temporelle, le mouvement et l'intensité présents dans les matchs de judo (STERKOWICZ-

PRZYBYCIEN ; FUKUDA, 2014). En particulier, pendant la phase où l'athlète doit l'athlète doit réaliser des niveaux élevés de force pour réussir les lancers (FRANCHE(FRANCHINI ; ARTIOLI ; BRITO, 2013). Une étude a montré que les athlètes de Une étude a montré que les athlètes de haut niveau sont capables de générer des valeurs de force plus élevées, exécutant le lancer avec plus de force et de vitesse par rapport aux athlètes de niveau inférieur de force et de vitesse par rapport aux athlètes de niveau inférieur (ZAGGELIDIS ; LAZARIDIS, 2012). Une autre étude menée par Detanico et al. (2012) a mis en évidence une corrélation positive et significative (r) entre la force et la vitesse une corrélation positive et significative ($r = 0,74$) a été trouvée entre la puissance musculaire et le nombre de plaquages.

II-6-1. Test de course de 12 minutes :

Le test de course de 12 minutes, développé par le Dr. Cooper en 1968, est un moyen simple et économique pour évaluer la capacité aérobie (Cooper, 1968). Il a été trouvé que les performances de course en 12 minutes corrélaient fortement avec le VO_2 max mesuré en laboratoire, avec une précision de 90 % (Cooper, 1968). Ce test est utilisé pour estimer la capacité aérobie en mesurant la distance parcourue en 12 minutes, avec des normes établies pour différents groupes d'âge et de sexe.

Les résultats du test de course de 12 minutes sont souvent utilisés comme indicateurs de la condition physique aérobie générale. Par exemple, chez les hommes de 13 à 19 ans, les distances parcourues sont classées de très mauvaises à excellentes en fonction des distances atteintes (Cooper, 1968). Ce test est populaire pour son efficacité et sa simplicité, ce qui le rend approprié pour des évaluations à grande échelle (Cooper, 1968).

II-6-2. Étude du rythme cardiaque :

Le rythme cardiaque en réponse à l'exercice sub-maximal montre une relation linéaire avec l'intensité de l'exercice (Astrand & Ryhming, 1954). Le rythme cardiaque est souvent utilisé pour évaluer l'intensité de l'entraînement et les adaptations physiologiques. Les athlètes peuvent utiliser leur fréquence cardiaque pour évaluer l'efficacité de leur entraînement et la capacité à supporter des charges élevées. Après l'exercice, une récupération rapide du rythme cardiaque à un niveau de repos indique une bonne forme cardiovasculaire (Böhmer et al., 1975).

Le rythme cardiaque maximal est souvent estimé à partir de la formule « $220 - \text{âge}$ » et peut diminuer avec l'âge (Hottentot, 1993). Les recherches ont montré que la fréquence cardiaque pendant des exercices intenses peut être utilisée pour déterminer les seuils anaérobies et les capacités de performance (Rowland & Green, 1989). Par exemple, chez des judokas, la fréquence cardiaque maximale observée lors des compétitions est souvent élevée, reflétant l'intensité du sport (Chen, 2014).

Les variations du rythme cardiaque lors d'exercices submaximaux présentent une relation linéaire avec l'intensité de l'exercice, comme l'ont démontré Astrand et Ryhming (1954). Les entraîneurs utilisent souvent le rythme cardiaque des athlètes pour évaluer l'efficacité des séances d'entraînement et ajuster les intensités de charge. Plus l'intensité est élevée, plus la fréquence cardiaque augmente, et une récupération rapide après l'exercice indique une meilleure forme physique et une adaptation à l'entraînement (Böhmer et al., 1975).

Le rythme cardiaque est un indicateur physiologique clé qui répond rapidement aux stimuli d'entraînement. La méthode de calcul du rythme cardiaque maximal repose sur la formule « 220 - âge », et cette valeur diminue avec l'âge (Hottentot, 1993). Cette méthode simple est largement utilisée pour évaluer les capacités physiologiques des individus. Le rythme cardiaque maximal, mesuré lors d'exercices intenses, est souvent autour de 190 battements par minute (Hollmann et al., 1982), et il est possible d'utiliser différents paramètres, comme la vitesse de déplacement ou la fréquence cardiaque, pour déterminer le seuil anaérobie (Zhang, 2010). Chez les athlètes, le seuil anaérobie est généralement établi à une vitesse minimale de 3,5 m/s avec une fréquence cardiaque de 156 bpm (Hollmann et al., 1987).

Rowland et Green (1989) ont étudié le rythme cardiaque au seuil anaérobie chez des femmes avant la ménopause, trouvant une fréquence cardiaque moyenne de 171 bpm à ce seuil. Chen (2014) a évalué des judokas de niveau intermédiaire, mesurant une fréquence cardiaque moyenne maximale de 188 bpm pendant des sessions d'entraînement intensives. Zheng (2012) a observé une fréquence cardiaque moyenne de 168 bpm lors de tests spécifiques au judo, montrant une stabilité dans les conditions de haute intensité. Lin (2011) a rapporté une fréquence cardiaque moyenne de 163 bpm lors de tests de projection en judo.

Section 5 Synthèse des études

Les recherches montrent que la compétition en judo se situe entre les sports d'endurance anaérobie et ceux de haute intensité maximale. Les méthodes d'entraînement HIIT sont efficaces pour améliorer rapidement les capacités anaérobies des athlètes. De plus, les techniques spécifiques au judo peuvent être utilisées pour diagnostiquer et affiner les méthodes d'entraînement, permettant ainsi une meilleure préparation et performance en compétition.

Chapitre 03 :

Méthodologie de recherche

Ce chapitre décrit les processus et méthodes expérimentaux, en détaillant les procédures expérimentales à travers sept sections, incluant : les sujets de recherche, le timing et le lieu de l'expérience, les instruments et équipements, le contenu expérimental, les procédures expérimentales, les étapes expérimentales, et le traitement et l'analyse des données.

1. **Formulaires et collecte de données initiales** : Les participants rempliront des formulaires de consentement éclairé et une enquête sur les capacités physiques spécifiques. Ils fourniront également des informations personnelles telles que l'âge, la taille, le poids et les années d'entraînement.
2. **Présentation de l'expérience** : Les objectifs, les étapes, les méthodes d'entraînement et les précautions seront expliqués aux participants. Tous les sujets seront rassemblés pour une explication détaillée du contenu et des méthodes de test.

III-1. Sujet de l'étude :

L'étude sera soumise à l'approbation du comité d'éthique pour les expérimentations humaines (IRB). Les participants seront huit judokas adolescents, dont sept hommes et une femme, avec plus de trois ans d'expérience et ayant participé à des compétitions nationales (Tableau 3-1.1).

Tableau 3-1.1 Données de base des participants

| Âge (années) | Taille (cm) | Poids (kg) | Années d'entraînement (années) |
|-------------------|-------------|-------------|--------------------------------|
| Moyenne | 17 | 168 | 66 |
| Écart-type | ±1,2 | ±2,5 | ±3,5 |

III-2. Instruments et équipements :

Chronomètre SEIKO : Utilisé pour les mesures de temps.

1. **Minuteur de sport WT 3116** : Possède plusieurs fonctions, dont chronométrage, comptage des scores et programmation.
 - **Chronomètre** : Utilisé pour les sports tels que l'athlétisme.
 - **Chronomètre pour judo** : Spécifique aux besoins du judo.
 - **Autres fonctions** : Compteur de points et minuteur pour divers sports.

2. **Moniteur de fréquence cardiaque Polar S610i** : Permet la surveillance en temps réel de la fréquence cardiaque de plus de 50 personnes, avec une portée sans fil allant jusqu'à 150 mètres.
3. **Lieu** : Un dojo de judo standard et un terrain d'athlétisme en plein air, mesurant 8 x 8 mètres pour le judo, et 40 x 16 mètres pour l'athlétisme.
4. **Équipements supplémentaires** :
 - **Cordes d'escalade** : Spécifiques pour le judo, fabriquées en coton et mesurant 7 mètres de long.

3-3.2 Tableau de registre des tests expérimentaux sur l'impact du mode d'entraînement HIIT en judo sur le test Cooper et la fréquence des attaques.

| Spécialité sportive | | Groupe : | |
|-------------------------------------|--|-------------------------|--|
| Discipline / Position / Catégorie : | | Date de remplissage : | |
| Numéro : | | Année | |
| Nom : | | | |
| Taille : | | Âge : | |
| Poids : | | Années d'entraînement : | |
| E-mail : | | | |
| | | | |
| | | | |

| Pré-test | | Date du test : 20-05-2024 | | | |
|---|---|----------------------------------|---------------------------|------------------------|------------------------|
| Pre-Test spécifique de judo | | | | | |
| Attaques continues (Projection par épaule)4*20s rep10s | Fréquence cardiaque (bpm)avant le test | 1er série 20s | 2eme série 20s | 3 série 20s | 4 série 20s |
| | HR..... |HR |HR |HR |HR |
| Test Cooper 12.mn | Distance (m) | Fréquence cardiaque (bpm) | | | |
| |m |HR | | | |
| Post-Test spécifique de judo | | | | | |
| Attaques continues (Projection par épaule)4*20s rep10s | Fréquence cardiaque (bpm)avant le test | 1er série 20s | 2eme série 20s | 3 série 20s | 4 série 20s |
| | HR..... |HR |HR |HR |HR |
| Test Cooper 12.mn | Distance (m) | Fréquence cardiaque (bpm) | | | |
| |m |HR | | | |

3-3.3 Tableau de registre de l'entraînement expérimental sur l'impact du mode d'entraînement HIIT en judo sur le test Cooper et la fréquence des attaques

| Spécialité sportive / | | Position / | | Catégorie : | | Date de remplissage : | |
|--|------------|-------------------------|------------|-------------|------------|-----------------------|--|
| Nom : | | Taille : | | Âge : | | | |
| Poids : | | Années d'entraînement : | | | | | |
| Date de l'entraînement : | | | | | | | |
| Année | | | | | | | |
| Mois | | | | | | | |
| Jour | | | | | | | |
| Entraînement spécifique au judo | | | | | | | |
| 4x20s utchi komi (Rep 10s) | FC (min-1) | Nombre (1) | Nombre (2) | Nombre (3) | Nombre (4) | | |
| 4x20s nagui komi (Rep 10s) | FC (min-1) | Nombre (1) | Nombre (2) | Nombre (3) | Nombre (4) | | |
| 4x20s nagui komi circulaire (Rep 10s) | FC (min-1) | Nombre (1) | Nombre (2) | Nombre (3) | Nombre (4) | | |
| Date de l'entraînement : | Année | Mois | | Jour | | | |
| Entraînement spécifique au judo | | | | | | | |
| 4x20s utchi komi (Rep 10s) | FC (min-1) | Nombre (1) | Nombre (2) | Nombre (2) | Nombre (4) | | |
| 4x20s nagui komi (Rep 10s) | FC (min-1) | Nombre (1) | Nombre (2) | Nombre (2) | Nombre (4) | | |
| 4x20s nagui komi circulaire (Rep 10s) | FC (min-1) | Nombre (1) | Nombre (2) | Nombre (2) | Nombre (4) | | |

III-3. Contenu du Test :

Le contenu de cette étude comprendra un pré-test, un post-test ainsi qu'un entraînement de trois jours. Les épreuves consistent en 4 séries de 20 secondes d'attaques dynamiques et une course de 12 minutes, suivies de trois jours d'entraînement. Le programme d'entraînement comprend des attaques continues (le premier et le troisième jour de l'entraînement), et l'épreuve du deuxième jour sera une montée à la corde avec les jambes jointes (voir Tableau 3-4.1).

Tableau 3-4.1 : Contenu des Tests

| Étude de Recherche | Contenu du Test | Collecte de Données |
|--------------------|--|---|
| Pré-Test | 1. Test de Cooper (12 min) | Enregistrement de la distance (m), Fréquence cardiaque |
| | 2. Test spécifique (Judo) : 4x20s Attaque Dynamique (Seoi-nage) avec 10s de repos | Enregistrement : Fréquence des attaques (fois), Fréquence cardiaque |
| Entraînement | J-1 | |
| | 1. 4x20s Attaques continues (10s de repos) | |
| | 2. 4x20s Renversement rapide (10s de repos) | |
| | 3. 4x20s Attaque en quatre directions (10s de repos) | |
| | Intensité de l'entraînement : Mouvement optimal individuel, 5 min de repos entre chaque exercice | |
| | J-2 | |
| | 1. 4x20s Montée de corde avec les jambes jointes (10s de repos) | Enregistrement : Fréquence des mouvements (fois), Fréquence cardiaque |
| | J-3 | |
| | 1. 4x20s Attaques continues (10s de repos) | |
| | 2. 4x20s Renversement rapide (10s de repos) | |
| | 3. 4x20s Attaque en quatre directions (10s de repos) | |
| | Intensité de l'entraînement : Mouvement optimal individuel, 5 min de repos entre chaque exercice | |
| | J-4 | |
| | 1. 4x20s Montée de corde avec les jambes jointes (10s de repos) | Enregistrement : Fréquence des mouvements (fois), Fréquence cardiaque |
| | J-5 | |
| | 1. 4x20s Attaques continues (10s de repos) | |
| | 2. 4x20s Renversement rapide (10s de repos) | |
| | 3. 4x20s Attaque en quatre directions (10s de repos) | |
| | Intensité de l'entraînement : Mouvement optimal individuel, 5 min de repos entre chaque exercice | |
| | J-6 | |

| | | |
|-----------|---|---|
| | 1. 4x20s Montée de corde avec les jambes jointes (10s de repos) | Enregistrement : Fréquence des mouvements (fois), Fréquence cardiaque |
| Post-Test | 1. Test de Cooper (12 min) | Enregistrement de la distance (m), Fréquence cardiaque |
| | 2. Test spécifique (Judo) : 4x20s Attaque Dynamique (Seoi-nage) avec 10s de repos | Enregistrement : Fréquence des attaques (fois), Fréquence cardiaque |

III-4. Procédure expérimentale :

Cette procédure expérimentale se déroule sur 2 semaines. Le vendredi de la première semaine, un test préliminaire est effectué ; après le test de judo, il y a une pause de 2 heures, suivie d'un test de course de 12 minutes. Les samedi et dimanche sont des jours de repos, puis, du lundi au samedi de la deuxième semaine, six jours d'entraînement sont réalisés. Après une pause de 2 jours, le test final est effectué (voir Figure 3-5.1).

Programme de test

- Test de Cooper
- Judo
- Entraînement de Judo
- Test de Cooper
- 2 heures
- 2 jours
- 2 jours
- 2 heures
- Vendredi : Test de judo → Pause de 2 heures → Test de course de 12 minutes
- Samedi et dimanche : Repos de 2 jours
- Lundi à samedi : Entraînement de judo (6 jours)
- Dimanche et lundi : Repos de 2 jours
- Mardi : Test final
- Conception et mise en œuvre de l'étude

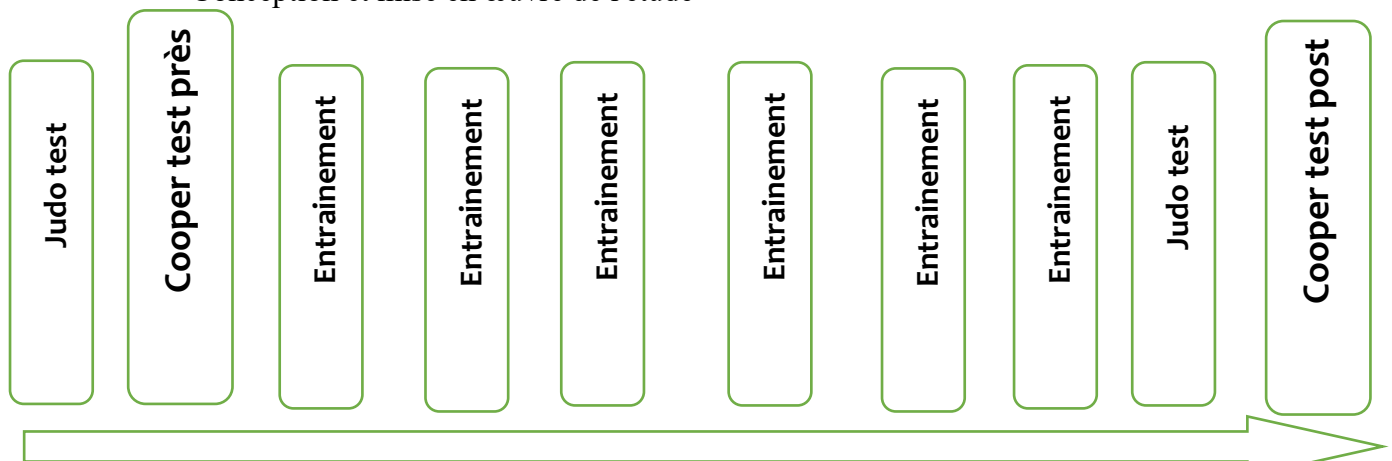


Figure 3-5.1.demontre le test spécifique, le test d'endurance anaérobie et l'entraînement, répartis sur un total de 9 jours

L'étude se compose de trois parties : le test spécifique, le test d'endurance anaérobie et l'entraînement, répartis sur un total de 9 jours, comme le montre la Figure 3-5.1.

1. Test spécifique : Attaque avec bande de résistance

- **Procédure** : Quatre séries de tests, chaque série durant 20 secondes avec un intervalle de repos de 10 secondes entre les séries.
- **Détails** :
 - **Test d'attaque avec bande de résistance** : Quatre séries en tout, chaque série durant 20 secondes, effectuées à la vitesse maximale de l'individu. Repos de 10 secondes entre les séries. Les performances sont enregistrées en termes de nombre de mouvements effectués par série et la fréquence cardiaque est mesurée.

2. Test d'endurance anaérobie

- **Procédure** : Tests réalisés en groupe de 2 à 3 personnes. Les participants commencent en position debout au signal du chronomètre. La durée du test est de 12 minutes. Le temps restant est communiqué aux participants lorsqu'ils retournent au point de départ. À la fin du temps imparti, un long coup de sifflet signale la fin du test. La distance parcourue est enregistrée.

Programme de test

- **Test spécifique : Attaque avec bande de résistance**
- **Test d'endurance anaérobie**
- **Entraînement**

Section 6: Procédure Expérimentale

- **Conception de la recherche**: Research design
- **Trois premiers chapitres du mémoire**: First three chapters of the thesis
- **Référence de la proposition**: Proposal reference
- **Comité d'éthique de la recherche (CER) : Examen des expérimentations humaines**: Institutional Review Board (IRB): Human Subjects Review

- **Explication de l'expérience et remplissage du formulaire de consentement éclairé:** Experimental explanation and completion of the informed consent form
- **Recrutement des participants:** Recruitment of participants
- **Pré-test (T1):** Pre-test (T1)
 - Test d'attaque dynamique de la ceinture en judo
 - Course de 12 minutes
- **Trois jours d'entraînement spécifique par intervalles en judo:** Three days of judo-specific interval training
 - Entraînement méthodique, entraînement à la chute rapide, entraînement à la corde
- **Post-test (T2):** Post-test (T2)
 - Test d'attaque dynamique de la ceinture en judo
 - Course de 12 minutes
- **Traitement et analyse des données:** Data processing and analysis
- **Contenu des tests et de l'entraînement:** Test and training content

III-5. Traitement et Analyse des Données

1. **Présentation des données et comparaison:** Toutes les données seront présentées sous forme de moyenne et d'écart-type. Un test t pour échantillons indépendants sera utilisé pour comparer les différences entre les deux types de tests.
2. **Analyse statistique et visualisation:** Toutes les données seront analysées statistiquement à l'aide de SPSS for Windows 20.0. Les graphiques d'analyse des résultats seront créés à l'aide du logiciel de graphisme SigmaPlot 12.5.
3. **Présentation des données:** Toutes les données seront présentées sous forme de moyenne \pm écart-type ($M \pm SD$).
4. **Comparaison des données avant et après l'entraînement:** Un test t pour échantillons appariés sera utilisé pour analyser les différences entre les données avant et après l'entraînement (pré-test et post-test).
5. **Niveau de signification statistique:** Le niveau de signification statistique de cette étude est fixé à $\alpha=0,05$.

Chapitre 04 :
Analyse des Résultats et
Discussion

IV-1. Fréquence des mouvements et fréquence cardiaque dans l'entraînement HIIT spécialisé de judo

Une analyse du nombre de répétitions (rep) de la technique fixe d'uchi-komi (Statique-Uchikomi) dans l'entraînement de judo spécialisé en HIIT sur 3 jours a été réalisée. Les résultats montrent que le premier jour (Jour 1), le premier set (Set 1) de la technique fixe d'uchi-komi avait une moyenne de 20 ± 2 répétitions, tandis que le quatrième set (Set 4) avait une moyenne de 19.8 ± 1.7 répétitions. Il n'y avait pas de différence significative entre ces deux moyennes ($p > 0.05$). Le troisième jour (Jour 6), les moyennes de répétitions pour le Set 1 et le Set 4 étaient respectivement de 20 ± 2 et 20.3 ± 1.8 ($p > 0.05$). Il y avait une différence de 0.9 répétitions entre le Set 2 du Jour 1 et du Jour 6, et une différence de 1 répétition pour le Set 3 (Figure 4-1.1).

IV-1-1. Traduction plus détaillée et explications :

- **Chapitre 4 : Analyse des Résultats et Discussion:** Cette section présente les résultats de l'étude et les interprète.
- **Fréquence des mouvements et fréquence cardiaque:** On s'intéresse ici au nombre de fois que les judokas ont répété une technique spécifique (uchi-komi) et à leur fréquence cardiaque pendant les entraînements.
- **HIIT:** High-Intensity Interval Training (entraînement par intervalles de haute intensité).
- **Uchi-komi:** Technique de base en judo consistant à répéter des mouvements d'attaque contre un partenaire immobile.
- **Répétitions (rep):** Nombre de fois qu'une technique est répétée.
- **Moyenne \pm écart-type:** La moyenne indique le nombre moyen de répétitions, tandis que l'écart-type mesure la dispersion des données autour de la moyenne.
- **$p > 0.05$:** Cela signifie qu'il n'y a pas de différence statistiquement significative entre les deux groupes comparés.

En résumé, cette section montre que le nombre de répétitions de la technique d'uchi-komi était relativement stable au cours des trois jours d'entraînement, avec peu de variations significatives entre les différents sets. Cela suggère que les judokas ont pu maintenir un rythme de travail constant tout au long de l'entraînement.

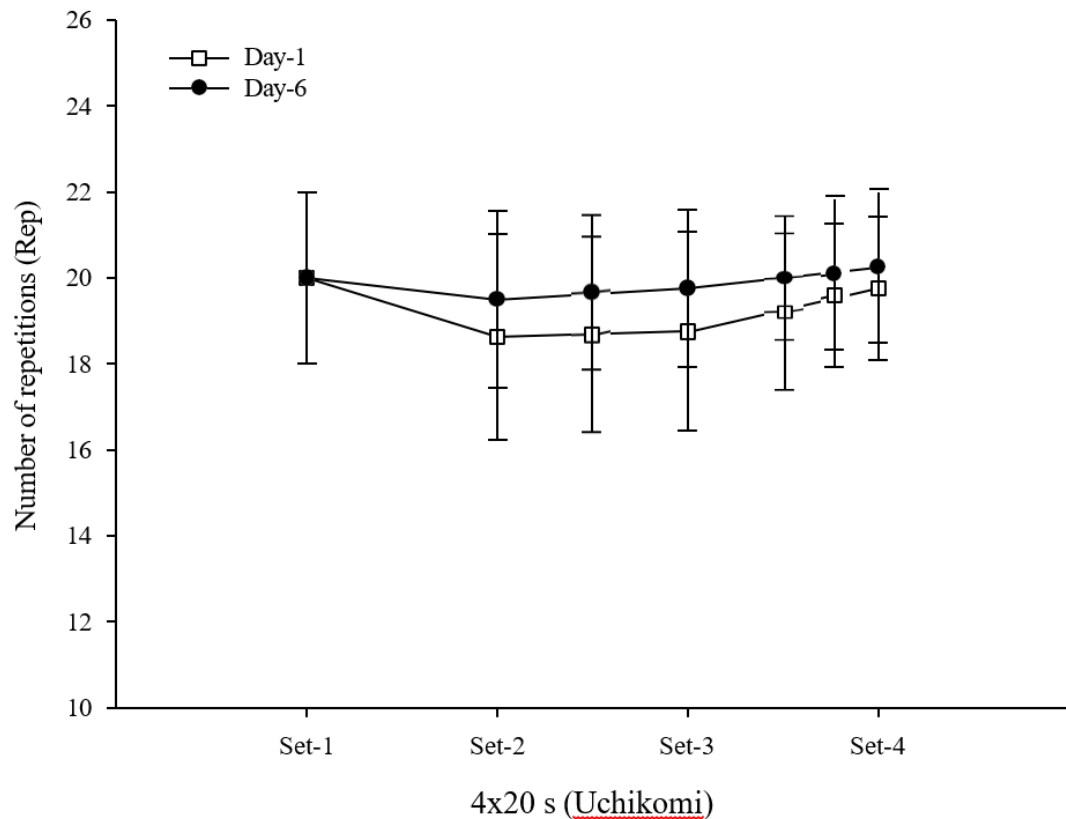


Figure 4-1.1: Evolution du nombre de répétitions de la technique statique d'uchikomi lors d'un entraînement de judo spécialisé sur trois jours. Cette figure compare le premier jour et le sixième jour de l'entraînement.

IV-1-2. Analyse des fréquences d'entraînement pour les nagui komi rapides en judo (Nage-Waza)

L'analyse des fréquences d'entraînement pour les nagui-komi rapides en judo (Nage-Waza) montre que les moyennes des nagui-komi pour Set-1 et Set-4 étaient respectivement de $11 \pm 1,3$ et $9 \pm 1,2$ fois (Jour-1), avec une différence moyenne de 1,5 nagui-komi ($p > 0,05$).

Pour l'analyse des nagui-komi au Jour-6, la différence moyenne entre Set-1 et Set-4 était de 2 nagui-komi ($p > 0,05$).

En comparant les jours 1 et 6, la différence moyenne des nagui-komi pour Set-1 était de 0,9 nagui-komi ($p > 0,05$). Pour Set-4, la différence moyenne était de 0,4 nagui-komi ($p > 0,05$, voir Figure 4-1.2).

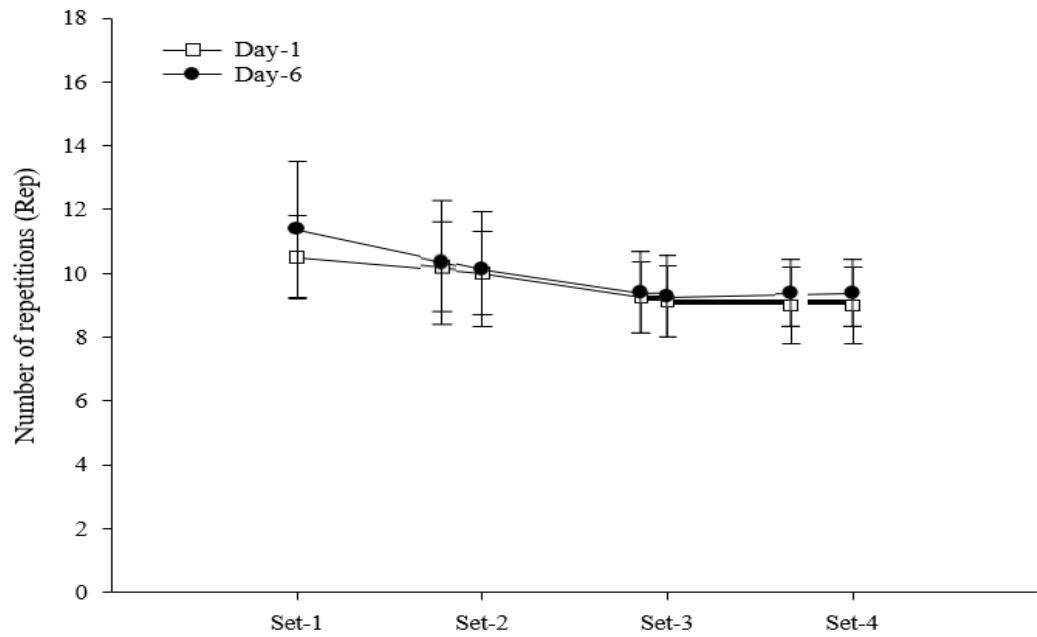


Figure 4-1.2 : Analyse des fréquences de nagui-komi pour l'entraînement rapide en judo (Nage-Waza) sur six jours

Cette figure illustre l'analyse des fréquences de nagui-komi (Rep) lors des séances d'entraînement des jours 1 (Day-1) et 6 (Day-6) pour les exercices de nagui-komi rapides en judo (Nage-Waza).

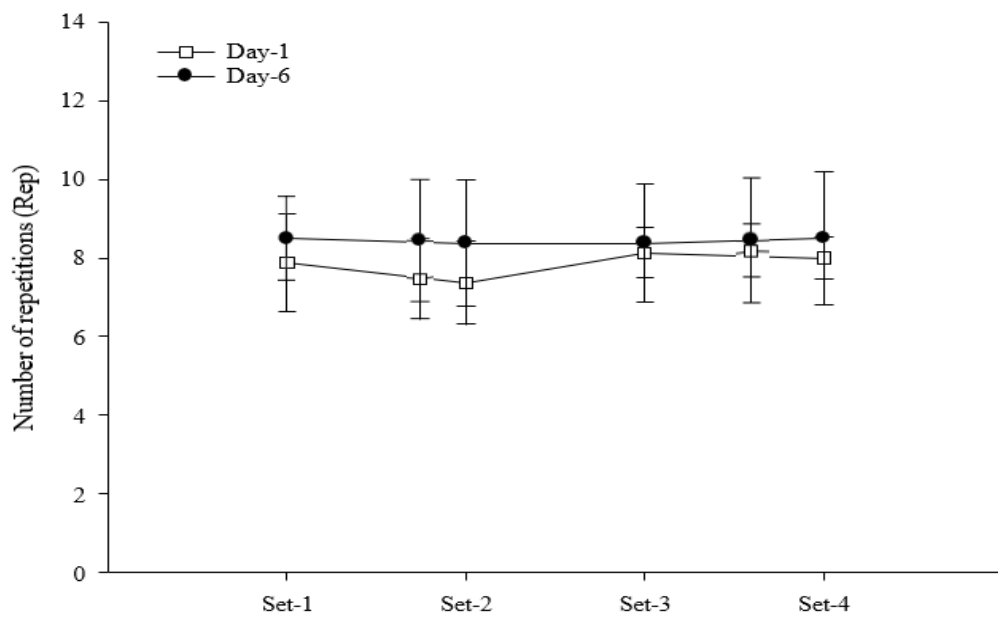


Figure 4-1.3 : Analyse des fréquences des mouvements pour l'entraînement en méthode de nagui-komi circulaires (Activity-Uchikomi)

Cette figure présente l'analyse des fréquences des mouvements pour l'entraînement en méthode de nagui-komi circulaires (Activity-Uchikomi).

Les résultats montrent que, pour le jour 1 (Day-1), la moyenne des mouvements pour la méthode de nagui-komi circulaires était de $7,9 \pm 1,2$ fois pour Set-1 et de $8 \pm 0,5$ fois pour Set-4. Aucune différence significative n'a été observée entre les deux ensembles ($p > 0,05$).

Pour le Jour 6 (Day-3), la moyenne des mouvements pour la méthode de nagui-komi circulaires était de $8,5 \pm 1,1$ fois pour Set-1 et de $8,5 \pm 1,7$ fois pour Set-4, sans différence significative ($p > 0,05$).

La comparaison entre les jours 1 et 3 montre une différence moyenne de 0,6 mouvements pour Set-1 ($p > 0,05$) et de 0,5 mouvements pour Set-4 ($p > 0,05$).

Résultats :

- **Méthode Fixe (Statique Uchikomi) :**
 - **Jour 1 (Day-1) :** La fréquence cardiaque moyenne était de 138 ± 16 battements par minute (bpm).
 - **Jour 6 (Day-6) :** La fréquence cardiaque moyenne était de 145 ± 15 bpm.
 - La différence moyenne entre les deux jours est de 7 bpm ($p > 0,05$).
- **Méthode de nagui komis Rapides (Nage-Waza) :**
 - **Jour 1 (Day-1) :** La fréquence cardiaque moyenne était de 150 ± 19 bpm.
 - **Jour 6 (Day-6) :** La fréquence cardiaque moyenne était de 141 ± 17 bpm.
 - La différence moyenne entre les deux jours est de 10 bpm ($p > 0,05$).
- **Méthode de Nagui-komi circulaires (Activity-Uchikomi) :**
 - La différence moyenne des fréquences cardiaques entre le Jour 1 et le Jour 6 est de 10 bpm ($p > 0,05$, voir Tableau 4-1.1).

Tableau 4-1.1 : Analyse de la fréquence cardiaque pour l'entraînement en méthode de nagui-komi circulaires (4x20 s) - Jour 1 (Day-1) et Jour 6 (Day-6) pour Set-4

| Répartition (Rep) | Jour 1 (Day-1) | Jour 6 (Day-6) | Différence (Diff.) |
|----------------------------|----------------|----------------|--------------------|
| Statique - Uchikomi | 138±16 bpm | 145±15 bpm | +7 bpm |
| Nage-Waza | 150±19 bpm | 141±17 bpm | -9 bpm |
| Activity - Uchikomi | 147±16 bpm | 137±14 bpm | -10 bpm |

IV-1-3.. Analyse des résultats

Les résultats montrent que pour les trois types d'exercices de judo (Statique - Uchikomi, Nage-Waza, Activity - Uchikomi), les fréquences cardiaques moyennes montrent des variations entre les jours d'entraînement, avec une tendance générale à une adaptation améliorée après six jours.

1. Méthode Fixe (Statique - Uchikomi) :

- La fréquence cardiaque moyenne augmente légèrement le Jour 6, avec une différence de +7 bpm par rapport au Jour 1 ($p > 0,05$).

2. Méthode de Nagui-komi Rapides (Nage-Waza) :

- La fréquence cardiaque moyenne diminue le Jour 6, avec une différence de -9 bpm par rapport au Jour 1 ($p > 0,05$).

3. Méthode de Nagui-komi circulaires (Activity - Uchikomi) :

- La fréquence cardiaque moyenne diminue le Jour 6, avec une différence de -10 bpm par rapport au Jour 1 ($p > 0,05$).

IV-1-4. Observations et Interprétations

1. Adaptation à Long Terme :

- L'analyse des six jours d'entraînement montre que les performances et la réponse physiologique s'améliorent avec la répétition de l'entraînement. Les variations de fréquence cardiaque observées entre les jours indiquent une adaptation progressive du système cardiovasculaire et musculaire.

2. Méthode Fixe (Statique - Uchikomi) :

- La légère augmentation de la fréquence cardiaque le Jour 6 peut indiquer une adaptation au stress physique accru ou une réponse accrue du système cardiovasculaire.

3. Méthode de Nagui-komi Rapides (Nage-Waza) :

- La diminution de la fréquence cardiaque le Jour 6 pourrait suggérer une amélioration de l'efficacité de l'entraînement ou une meilleure capacité de récupération.

4. Méthode de Nagui-komi circulaires (Activity - Uchikomi) :

- La baisse significative de la fréquence cardiaque et l'augmentation du nombre de mouvements le Jour 6 démontrent une amélioration de la vitesse et de la capacité musculaire à maintenir une performance élevée.

Conclusion

Les résultats montrent que l'entraînement spécifique en judo, étendu sur six jours, conduit à une amélioration des performances et une meilleure adaptation physiologique. Les variations observées dans la fréquence cardiaque et le nombre de mouvements suggèrent des améliorations en termes de coordination technique, d'efficacité musculaire et de réponse cardiovasculaire.

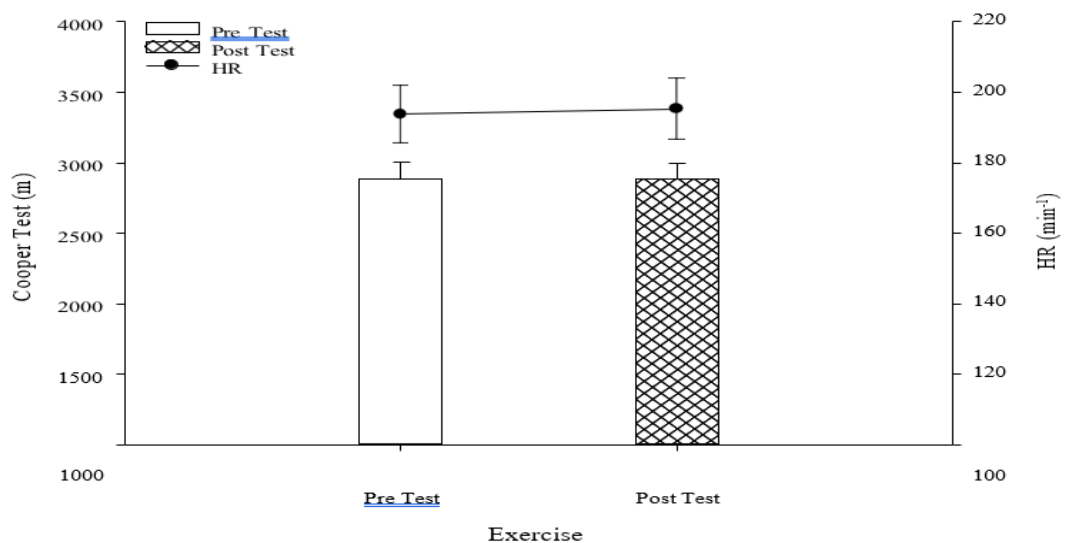


Figure 4-2.1 : Analyse des distances et de la fréquence cardiaque (HR) des tests de l'endurance (Cooper Test) avant (Pre-Test) et après (Post-Test) l'entraînement

IV-2. Analyse de l'endurance pour la technique de projection en judo - Seoi Nage

- **Distance parcourue :**

- **Pre-Test** : 2885±117 mètres
- **Post-Test** : 2886±107 mètres
- **Différence moyenne** : 1 mètre ($p>0,05$)
- **Fréquence cardiaque (HR)** :
 - **Pre-Test** : 194±8,2 bpm
 - **Post-Test** : 195±8,6 bpm
 - **Différence moyenne** : 1 bpm ($p>0,05$)

IV-2-1. Résultats et Interprétations

1. Distance parcourue :

La distance parcourue lors du test Cooper reste quasiment constante entre le pré-test et le post-test, avec une différence de seulement 1 mètre qui n'est pas significative ($p>0,05$). Cela indique que l'endurance, mesurée par la distance parcourue, n'a pas montré d'amélioration notable après l'entraînement en **Seoi Nage**.

2. Fréquence cardiaque :

La fréquence cardiaque moyenne pendant le test Cooper ne montre pas de différence significative entre le pré-test et le post-test, avec une différence de 1 bpm également non significative ($p>0,05$). Cela suggère que l'intensité de l'effort perçu par le cœur n'a pas changé de manière significative après l'entraînement.

Conclusion

Les résultats indiquent que l'entraînement spécifique en **Seoi Nage** n'a pas entraîné de changements significatifs dans les performances d'endurance, telles que mesurées par la distance parcourue et la fréquence cardiaque pendant le test Cooper. Ces observations suggèrent que les adaptations liées à l'endurance pourraient nécessiter des modifications dans le protocole d'entraînement ou des méthodes d'évaluation plus sensibles pour détecter les améliorations.

Analyse du nombre de répétitions pour la technique de projection en judo (Active Attack)

- **Seoi-Nage** avant (Pre-Test) et après (Post-Test) l'entraînement

- **Nombre de répétitions (Set-1)** :
 - **Pre-Test** : 6,5 ± 1,4 répétitions

- **Post-Test** : $9,3 \pm 1,2$ répétitions
- **Différence moyenne** : 2,8 répétitions ($p > 0,05$)
- **Nombre de répétitions (Set-2)** :
 - **Pre-Test** : $7 \pm 1,3$ répétitions
 - **Post-Test** : $9 \pm 0,9$ répétitions
 - **Différence moyenne** : 2 répétitions ($p > 0,05$)

Résumé des résultats

Les résultats de l'analyse des répétitions montrent :

1. Set-1 :

- Le nombre moyen de répétitions pour la technique de projection **Seoi-Nage** passe de 6,5 au Pre-Test à 9,3 au Post-Test. La différence de 2,8 répétitions n'est pas significative ($p > 0,05$).

2. Set-2 :

- Le nombre moyen de répétitions augmente de 7 au Pre-Test à 9 au Post-Test. La différence de 2 répétitions est également non significative ($p > 0,05$).

Conclusion

Bien que les résultats montrent une augmentation du nombre de répétitions pour la technique de projection **Seoi-Nage** après l'entraînement, les différences observées entre les pré-tests et post-tests ne sont pas statistiquement significatives. Cela suggère que, malgré une tendance vers une amélioration, l'entraînement n'a pas produit des changements suffisamment marqués pour atteindre une signification statistique.

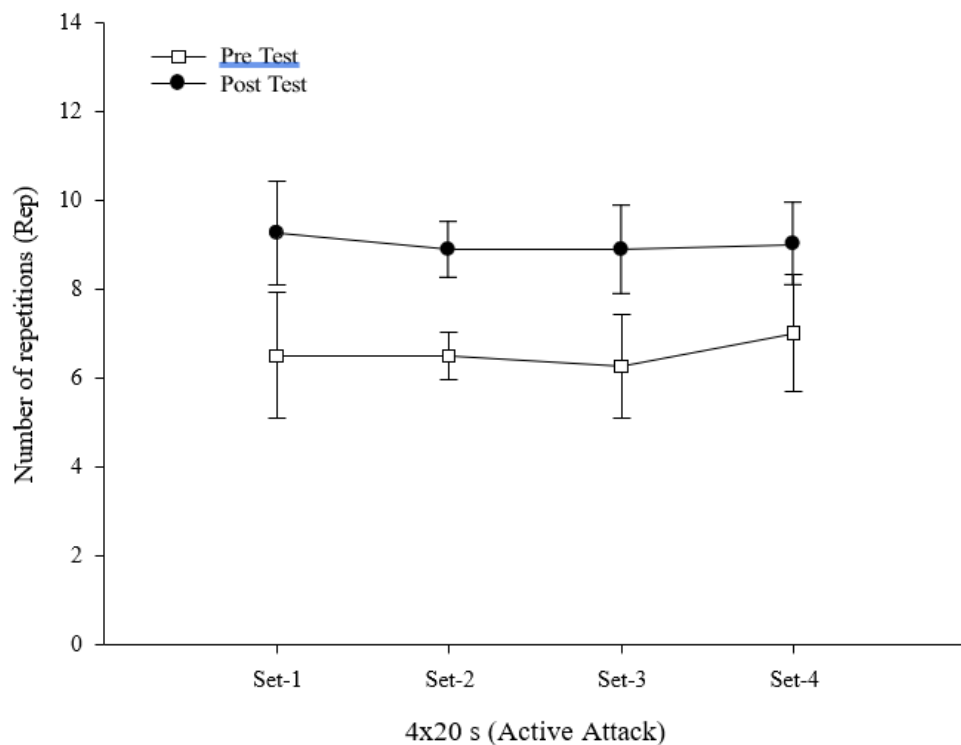


Figure 4-2.2 : Analyse du nombre de répétitions pour la technique de projection en judo - Seoi-Nage avant (Pre-Test) et après (Post-Test) l'entraînement

IV-2-3. Analyse des fréquences cardiaques

- **Set-1 :**
 - **Pre-Test** : 157 ± 14 bpm
 - **Post-Test** : 167 ± 13 bpm
 - **Différence moyenne** : 10 bpm ($p < 0,05$)
- **Set-4 :**
 - **Pre-Test** : 178 ± 9 bpm
 - **Post-Test** : 183 ± 8 bpm
 - **Différence moyenne** : 5 bpm ($p > 0,05$)

IV-2-4. Résumé des résultats

1. **Set-1 :**
 - La fréquence cardiaque moyenne pendant le Set-1 passe de 157 bpm au Pre-Test à 167 bpm au Post-Test, avec une différence significative de 10 bpm ($p < 0,05$).

Cette augmentation indique une réponse cardiovasculaire plus élevée après l'entraînement.

2. Set-4 :

- La fréquence cardiaque moyenne pour le Set-4 est de 178 bpm au Pre-Test et de 183 bpm au Post-Test, avec une différence non significative de 5 bpm ($p > 0,05$). Cette augmentation n'est pas assez marquée pour être statistiquement significative.

Conclusion

Les résultats montrent que la fréquence cardiaque pendant le Set-1 a significativement augmenté après l'entraînement, suggérant une réponse cardiovasculaire accrue. En revanche, l'augmentation de la fréquence cardiaque pour le Set-4 n'est pas significative, ce qui pourrait indiquer que les adaptations cardiovasculaires sont plus prononcées pour les exercices de haute intensité ou que d'autres facteurs peuvent influencer cette mesure.

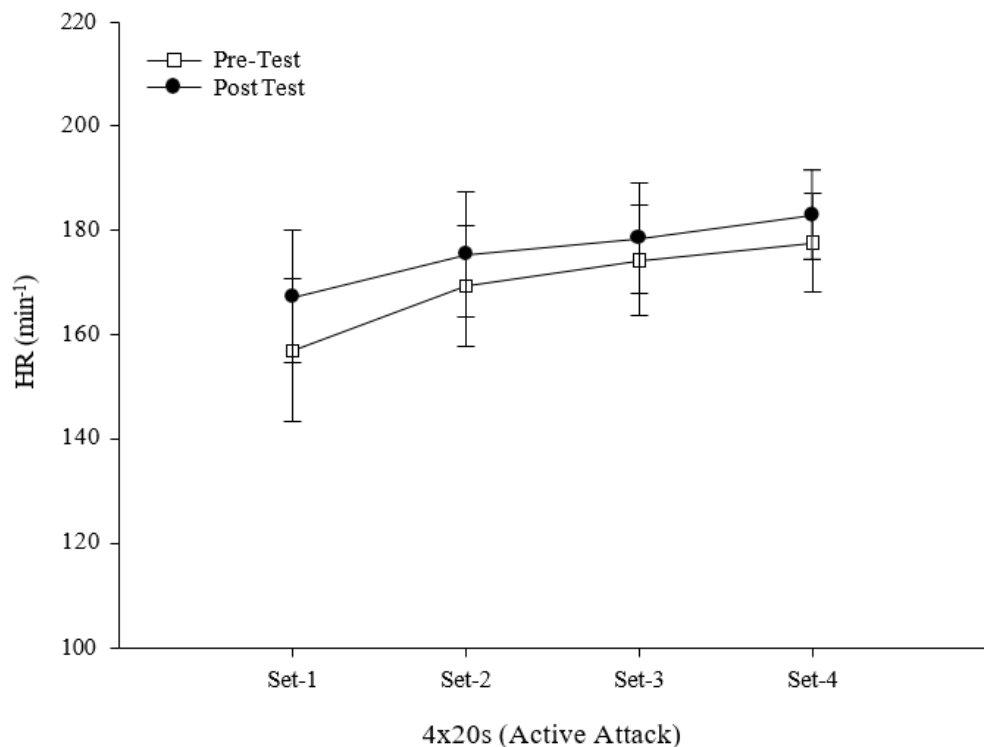


Figure 4-2.3 : Analyse de la fréquence cardiaque (HR) pour la technique de projection en judo - Seoi-Nage avant (Pre-Test) et après (Post-Test) l'entraînement

IV-3. Analyse de l'endurance et de la technique de projection en judo - Seoi-Nage

IV-3-1. Analyse des résultats

1. Endurance (Cooper Test)

- **Distance parcourue (Figure 4-2.1)**
 - **Pre-Test** : 2885 ± 117 m
 - **Post-Test** : 2886 ± 107 m
 - **Différence** : 1 m ($p > 0,05$)
 - **Fréquence cardiaque (HR)**
 - **Pre-Test** : $194 \pm 8,2$ bpm
 - **Post-Test** : $195 \pm 8,6$ bpm
 - **Différence** : 1 bpm ($p > 0,05$)

L'analyse montre que bien que le nombre de répétitions et la fréquence cardiaque se soient améliorés pendant les 6 jours d'entraînement HIIT, il n'y a pas eu d'amélioration significative de l'endurance mesurée par le Cooper Test. Cela pourrait être dû à la durée courte des exercices spécifiques de judo, qui sont effectués en moins de 20 secondes.

IV.-3-2. Analyse des répétitions de la technique de projection (Figure 4-2.2)

- **Set-1**
 - **Pre-Test** : $6,5 \pm 1,4$ répétitions
 - **Post-Test** : $9,3 \pm 1,2$ répétitions
 - **Différence** : 2,8 répétitions ($p > 0,05$)
- **Set-2**
 - **Pre-Test** : $7 \pm 1,3$ répétitions
 - **Post-Test** : $9 \pm 0,9$ répétitions
 - **Différence** : 2 répétitions ($p > 0,05$)

Les résultats montrent une augmentation du nombre moyen de répétitions de la technique de projection **Seoi-Nage** dans le Pre-Test par rapport au Post-Test, ce qui indique une amélioration des capacités techniques après 6 jours d'entraînement HIIT.

IV-3-3. Fréquence cardiaque pendant la technique de projection (Figure 4-2.3)

- **Set-1**
 - **Pre-Test** : 157 ± 14 bpm
 - **Post-Test** : 167 ± 13 bpm
 - **Différence** : 10 bpm ($p < 0,05$)
- **Set-4**
 - **Pre-Test** : 178 ± 9 bpm
 - **Post-Test** : 183 ± 8 bpm
 - **Différence** : 5 bpm ($p > 0,05$)

L'analyse indique une augmentation significative de la fréquence cardiaque dans le Set-1, mais une augmentation plus modeste dans le Set-4, ce qui pourrait suggérer une réponse accrue du système cardiovasculaire avec une intensité plus élevée.

IV-4. Discussion

Bien que des améliorations du nombre de mouvements et de la fréquence cardiaque aient été observées au cours des trois jours d'entraînement au judo de l'HIIT, aucune amélioration significative n'a été observée dans la performance d'endurance post-test (PTS) (Figure 4-2.). Cependant, il n'y a pas eu d'amélioration significative dans la performance d'endurance post-test (Cooper Test) (Figure 4-2.1). (Figure 4-2.1). Ce facteur peut être dû au calendrier de l'entraînement.

Dans la présente étude, les trois exercices d'entraînement au judo ont été effectués en l'espace de 20 secondes, ce qui représente une période trop courte de contraction musculaire soutenue. Cependant, dans des études antérieures sur la charge intermittente de haute intensité à court terme (HIIT), la performance de l'entraînement HIIT s'est avérée comparable à celle d'un entraînement d'endurance prolongé (Laursen 2010). Cependant, dans la présente étude, la distance (post-test) du COOPER TEST n'a pas été trouvée.

Tiziana (2000) a appliqué le Cooper Test au test d'endurance de jeunes joueurs de football et les résultats ont été analysés et ont montré que la distance du Cooper Test variait de 2730 à 2940 m, avec un maximum de 1,5 m. La distance du Cooper Test variait de 1,5 m à 1,5 m, avec un maximum de 1,5 m.

Les résultats ont montré que la distance des Cobra Testers était comprise entre 2730 et 2940 m, et que leur absorption maximale d'oxygène ($\dot{V}O_{2max}$) était comprise entre 49,7 et 54,3 mL/kg/miN. La consommation maximale d'oxygène (VO_{2max}) était comprise entre 49,7 et 54,3 mL/kg/mn. Les résultats de cette étude ont analysé la distance de Cooper Test entre 2750 - 3055 m (P P).

Dans la présente étude, la distance du Cooper Test a été analysée entre 2750 - 3055 m (Post Test) (Fig. 4 - 2.1) en fonction de la consommation maximale d'oxygène (VO_{2max}). ($\dot{V}O_{2max}$) peut atteindre une valeur moyenne de 50 mL/kg/million. La valeur moyenne de l'apport maximal en oxygène (VO_{2max}) peut atteindre 50 mL/kg/million.

L'étude a révélé que VO_{2max} a atteint >50 mL/kg/min, et sa capacité d'endurance a été jugée de l'ordre de « bonne », « bon » niveau. Les athlètes qui atteignent ce niveau peuvent accélérer leur récupération et améliorer leur capacité à soutenir des charges d'exercice prolongées. Ce mécanisme a également été constaté dans la présente étude, où le nombre de répétitions a augmenté dans le Post Test (Active Attacks) Seat-4, mais la fréquence cardiaque n'a augmenté que de 5 mn⁻¹ (Figure 4-2.3). 3).

L'analyse du nombre de mouvements pré-test (Pre Test) et post-test (Post Test) pour l'attaque à la ceinture de judo (Active Attack) - projection arrière (Séoi-Naga) a montré que le nombre moyen de mouvements du Pre Test (4 séries) était > 9 (Fig. 4 - 2.2).

Ce phénomène indique que les trois techniques de base du judo (Fixed-Uchi Korea, Nagae-Waza, Activity-Uchi komi) ont été appliquées dans les 3 jours d'entraînement pour améliorer les caractéristiques techniques de la vitesse des mouvements Active attack. Selon Olivier (1996), la performance personnelle des athlètes dans le sport et les jeux de balle est influencée par la vitesse de l'athlète.

Olivier (1996) a souligné que dans les sports techniques et les sports de balle, la performance d'un athlète est affectée par le mécanisme de coordination entre les muscles et les nerfs de l'athlète. Par conséquent, il a été déduit que le HIT de trois jours (Fixed-Uchi Komi, Nagae-Waza, Acetivit y-Uchi Komi) était le moyen le plus efficace d'atteindre cet objectif. L'entraînement HIT de trois jours (Fixed - Uchi Komi, Nagae - Waza, Acetivit y - Uchi Komi) améliore la coordination musculo-neurologique rapide des athlètes. Cependant, un autre facteur qui maintient la qualité de l'action technique est l'endurance de l'athlète.

(Lisenetall, 1985). La présente étude a révélé que même si les sujets n'étaient pas en mesure d'effectuer le test, ils étaient capables de l'effectuer de la même manière. La présente étude a révélé que, bien que l'endurance des sujets ait été maintenue au niveau du test de Pre (figure 4-2.1), il n'y a pas eu de changement dans le niveau d'endurance.

La présente étude a révélé que, bien que l'endurance des sujets se soit maintenue au niveau du test (figure 4-2.1), ils n'ont pas montré d'amélioration. Cependant, leur mouvement de judo sportif Judo Attack - Seoi-Naga a été amélioré, probablement en raison du fait que la durée du test dans cette étude était en mode intermittent court (4 x 20s). Par conséquent, la capacité d'endurance des athlètes n'a pas été affectée.

Un autre résultat de cette étude est que la fréquence cardiaque moyenne des sujets pendant le test de frappe athlétique de judo (attaque active) - projection arrière (Seoi-Naga) (Post Test) était plus élevée que celle du Pore Test (Figures 4-2.3 et 4-2.4). (Figure 4-2.3 et 4-2.4). Cette réponse symptomatique est principalement due à l'augmentation de la vitesse d'action du sujet pendant l'Activa, qui provoque une hypoxie musculaire rapide et augmente le stress sur le cœur circulatoire. Martin (1987) a constaté que l'augmentation de la vitesse de contraction des muscles chez les athlètes augmente également la demande en oxygène des muscles. En conséquence, le cœur doit comprimer plus fréquemment.

1. Manque d'amélioration de l'endurance

- Malgré une augmentation des répétitions et des améliorations dans les capacités techniques, l'endurance mesurée par le Cooper Test ne montre pas d'amélioration significative. Cela pourrait être attribué à la courte durée des exercices HIIT spécifiquement adaptés au judo. La recherche antérieure suggère que les entraînements HIIT peuvent être comparables aux entraînements d'endurance prolongés, mais ces résultats ne sont pas corroborés par notre étude, peut-être en raison de la nature intermittente et courte des sessions d'entraînement.

2. Amélioration technique

- Les répétitions accrues dans la technique de projection et la fréquence cardiaque accrue dans le Set-1 indiquent que l'entraînement HIIT a contribué à une amélioration des compétences techniques et des capacités cardiovasculaires spécifiques. L'augmentation du nombre de répétitions et la gestion accrue de la

fréquence cardiaque pendant les techniques suggèrent une amélioration de la coordination musculaire-neuro.

3. Impact sur la fréquence cardiaque

- L'augmentation de la fréquence cardiaque dans le Set-1 et le Set-4, ainsi que l'augmentation des répétitions de la technique de projection, montrent une réponse cardiovasculaire et technique améliorée. La fréquence cardiaque plus élevée pourrait refléter une adaptation à la demande accrue d'oxygène pendant les exercices de haute intensité.

Conclusion

Conclusion

L'entraînement HIIT en judo sur une période de 6 jours a montré une amélioration significative des capacités techniques et cardiovasculaires spécifiques à la technique de projection, mais n'a pas conduit à une amélioration notable de l'endurance générale. Les résultats soulignent l'efficacité de l'entraînement HIIT pour améliorer les aspects techniques et la capacité de travail à haute intensité dans des périodes de temps limitées, tout en suggérant que des ajustements pourraient être nécessaires pour affecter l'endurance aérobie globale.

Références

Références

1. Adel, B., Abdelkader, B., Alia, C., Othman, B., Mohamed, S., & Houcin, A. (2019). The Effect of High-Intensity Exercise on Changes of Blood Concentration Components in Algerian National Judo Athletes. *Acta Facultatis Educationis Physicae Universitatis Comenianae*, 59(2).
2. Agostinho, M. F., Junior, J. A. O., Stankovic, N., Escobar-Molina, R., & Franchini, E. (2018). Comparison of special judo fitness test and dynamic and isometric judo chin-up tests' performance and classificatory tables' development for cadet and junior athletes. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 14(2), 244-252. <https://doi.org/10.12965/jer.1836020.010>
3. Andreato, L. V., Lara, F. J. D., Andrade, A., & Branco, B. H. M. (2017). Physical and Physiological Profiles of Brazilian Jiu-Jitsu Athletes : A Systematic Review. *Sports Medicine - Open*, 3. <https://doi.org/10.1186/s40798-016-0069-5>
4. Araujo, P. R. M. de, & Neto, J. M. (2017). BENEFÍCIOS DO JUDÔ NA EDUCAÇÃO FÍSICA E SUA REGULAMENTAÇÃO. *Revista UNI-RN*, 43-43.
5. Bazylar, C. D., Abbott, H. A., Bellon, C. R., Taber, C. B., & Stone, M. H. (2015). Strength Training for Endurance Athletes : Theory to Practice. *Strength & Conditioning Journal*, 37(2), 1. <https://doi.org/10.1519/SSC.00000000000000131>
6. Beboucha, W., Belkadi, A., Benchehida, A., & Bengoua, A. (2021). THE ANTHROPOMETRIC AND PHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF YOUNG ALGERIAN SOCCER PLAYERS. *Acta Facultatis Educationis Physicae Universitatis Comenianae*, 61(1).
7. Belkadi, A., Benchehida, A., Benbernou, O., & Sebbane, M. (2019). Competencies and training needs and its impact on determining the professional skills of Algerian elite coaches. *International Journal of Physical Education, Fitness and Sports*, 8(3), 51-61.
8. Belkadi, A., & Mime, M. (2019). Effects of tow protocol cold water immersion on the post match recovery and physical performance in youth handball players. *International Journal of Sport Culture and Science*, 7(2), 1-12.
9. Belkadi, Adel, Alia, C., & Mohammed, Z. (2020). Algerian Judo Competition Modality and its Impacts on Upper and Lower Limbs Strength Perseverance and Limitations. *Orthopedics and Sports Medicine: Open Access Journal*, 3(4), 293-299.
10. Belkadi, Adel, Othman, B., Mohamed, S., M, B. H., Gleyse, J., Adel, B., ... Gleyse, J. (2015). Contribution to the Identification of the Professional Skills Profile of Coaches in the Algerian Sport Judo System. *International Journal of Sports Science*, 5(4), 145-150.
11. Benchehida, A., Belkadi, A., Zenati, Y., Benbernou, O., Cherara, L., & Sebbane, M. (2021). Implementation of An Adapted Physical Activity Therapy Protocol for Patients with Low Back Pain. *Gymnasium*, 22(1), 83-96.
12. Benhammou, S., Mourot, L., Coquart, J., Belkadi, A., Mokkedes, M. I., & Bengoua, A. (2022). The 180/20 intermittent athletic test : A new intermittent track test to assess the maximal aerobic speed in middle-distance runners. *Revista andaluza de medicina del deporte*, 15(1), 6-11.
13. Berria, M., Bachir, K., Eddine, S. N., & Adel, B. (2018). Study of LDH adaptations associated with the development of Speed endurance in basketball players U19. *International Journal of Applied Exercise Physiology*, 7(3), 35-43.

14. Bonitch-Góngora, J. G., Bonitch-Domínguez, J. G., Padial, P., & Feriche, B. (2012). The effect of lactate concentration on the handgrip strength during judo bouts. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(7), 1863-1871. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318238ebac>
15. Booth, F. W., Laye, M. J., & Spangenburg, E. E. (2010). Gold standards for scientists who are conducting animal-based exercise studies. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, 108(1), 219-221. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00125.2009>
16. Buchheit, M., & Laursen, P. B. (2013). High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle : Part I: cardiopulmonary emphasis. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 43(5), 313-338. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0029-x>
17. Burgomaster, K. A., Howarth, K. R., Phillips, S. M., Rakobowchuk, M., Macdonald, M. J., McGee, S. L., & Gibala, M. J. (2008). Similar metabolic adaptations during exercise after low volume sprint interval and traditional endurance training in humans. *The Journal of Physiology*, 586(1), 151-160. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2007.142109>
18. Cassetari, Á. A. (2022). *O Judô e os princípios gerais do direito desportivo*. Editora CRV.
19. Cherara, L., Belkadi, A., Mesaliti, L., & Beboucha, W. (2022). Characteristics of Handgrip (Kumi-Kata) Profile of Georgian Elite Judo Athletes. *GYMNASIUM*, 23(1), 54-66.
20. Chrara, L., Raoui, R. A., Belkadi, A., Hocine, A., & Benbernou, O. (2018). The impact of caloric restriction on anthropometrical and specific performance in highly-trained judo athletes. *Arab Journal of Nutrition and Exercise (AJNE)*, 3(3), 105-118.
21. Da Silva, L. S., Neto, N., Lopes-Silva, J., Leandro, C., & Silva-Cavalcante, M. (2021). Training Protocols and Specific Performance in Judo Athletes : A Systematic Review. *Journal of Strength and Conditioning Research, Publish Ahead of Print*. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000004015>
22. Daussin, F. N., Zoll, J., Dufour, S. P., Ponsot, E., Lonsdorfer-Wolf, E., Doutreleau, S., ... Richard, R. (2008). Effect of interval versus continuous training on cardiorespiratory and mitochondrial functions : Relationship to aerobic performance improvements in sedentary subjects. *American Journal of Physiology. Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 295(1), R264-272. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00875.2007>
23. Detanico, D., Dal Pupo, J., Franchini, E., & Giovana dos Santos, S. (2012). Relationship of aerobic and neuromuscular indexes with specific actions in judo. *Science & Sports*, 27(1), 16-22. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2011.01.010>
24. Fagard, R. H. (2001). Exercise characteristics and the blood pressure response to dynamic physical training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(6 Suppl), S484-492; discussion S493-494. <https://doi.org/10.1097/00005768-200106001-00018>
25. Franchini, E., Del Vecchio, F. B., Ferreira Julio, U., Matheus, L., & Candau, R. (2015). Specificity of performance adaptations to a periodized judo training program. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 8(2), 67-72. <https://doi.org/10.1016/j.ramd.2013.11.001>
26. Franchini, Emerson. (2021). *High-intensity interval training in judo uchi-komi : Fundamentals and practical recommendations. 1*, 35-45.
27. Franchini, Emerson, Artioli, G., & Brito, C. (2013). Judo combat : Time-motion analysis and physiology. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 13.

28. Franchini, Emerson, Branco, B. M., Agostinho, M. F., Calmet, M., & Candau, R. (2015). Influence of linear and undulating strength periodization on physical fitness, physiological, and performance responses to simulated judo matches. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(2), 358-367. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000460>
29. Franchini, Emerson, Del Vecchio, F. B., Matsushigue, K. A., & Artioli, G. G. (2011). Physiological profiles of elite judo athletes. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 41(2), 147-166. <https://doi.org/10.2165/11538580-000000000-00000>
30. Franchini, Emerson, Sterkowicz, S., Meira, C. M. J., Gomes, F. R. F., & Tani, G. (2008). Technical variation in a sample of high level judo players. *Perceptual and Motor Skills*, 106(3), 859-869. <https://doi.org/10.2466/pms.106.3.859-869>
31. Franchini, Emerson, & Takito, M. Y. (2014). Olympic preparation in Brazilian judo athletes : Description and perceived relevance of training practices. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(6), 1606-1612. <https://doi.org/10.1519/JSC.00000000000000300>
32. Franchini, Emerson, Takito, M. Y., Kiss, M., & Strerkowicz, S. (2005). Physical fitness and anthropometrical differences between elite and non-elite judo players. *Biology of sport*, 22(4), 315.
33. Gibala, M. J., Little, J. P., Macdonald, M. J., & Hawley, J. A. (2012). Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *The Journal of Physiology*, 590(5), 1077-1084. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2011.224725>
34. Gondim, D. F., Melo, E. H. R. de, Mazzei, L. C., Kohl, H. G., & Menezes, V. G. (2022). MEMÓRIA DO JUDÔ NA CIDADE DO RECIFE : UMA ANÁLISE A PARTIR DE SUA RELAÇÃO COM A EDUCAÇÃO E O PROCESSO CIVILIZATÓRIO. *Movimento*, 25, e25075. <https://doi.org/10.22456/1982-8918.87957>
35. Iaia, F. M., Fiorenza, M., Larghi, L., Alberti, G., Millet, G. P., & Girard, O. (2017). Short- or long-rest intervals during repeated-sprint training in soccer? *PLOS ONE*, 12(2), e0171462. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0171462>
36. Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Coutts, A. J., Sassi, A., & Marcora, S. M. (2004). Use of RPE-based training load in soccer. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(6), 1042-1047. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000128199.23901.2f>
37. Izquierdo-Gabarren, M., González De Txabarri Expósito, R., García-pallarés, J., Sánchez-medina, L., De Villarreal, E. S. S., & Izquierdo, M. (2010). Concurrent endurance and strength training not to failure optimizes performance gains. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 42(6), 1191-1199. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181c67eec>
38. Kano, J. (2009). *Judo Kodokan*. Cultrix.
39. Kano, J. (2013). *Kodokan Judo : The Essential Guide to Judo by Its Founder Jigoro Kano*. Kodansha USA.
40. Kano, J. (2021). *JUDO KYOHON (português) : Tradução da obra-prima de Jigorô Kanô criada em 1931*. Blurb, Incorporated.
41. Laux, R. C., & Zanini, D. (2014). Identidade antropométrica de praticantes de judô de alto rendimento entre 11 e 17 anos do Município de Chapecó-SC. *Biosaúde*, 16(2), 45-51.
42. Lee, N., Kim, J., Hyung, G. A., Park, J. H., Kim, S. J., Kim, H. B., & Jung, H. S. (2015). Training Effects on Immune Function in Judoists. *Asian Journal of Sports Medicine*, 6(3), e24050. <https://doi.org/10.5812/asjasm.24050>

43. Maha, M. H., & Nemati, N. (2015). The Effect of High Intensity Interval Training and Medium Continuous Training on Visfatin Plasma Levels, Anaerobic and Aerobic Power Female Basketball Players. *Journal of Chemical Health Risks*, 5(4), 313-322.
44. Manar, B., Adel, B., Lalia, C., & Saddak, B. (2023). Investigating the Impact of Physiological and Neuromuscular Performance in Highly Trained Judo Athletes of Different Weight Categories. *Slobozhanskyi Herald of Science and Sport*, 27(3), 118-127. <https://doi.org/10.15391/snsv.2023-3.002>
45. Miarka, B., Cury, R., Julianetti, R., Battazza, R., Julio, U. F., Calmet, M., & Franchini, E. (2014). A comparison of time-motion and technical-tactical variables between age groups of female judo matches. *Journal of Sports Sciences*, 32(16), 1529-1538. <https://doi.org/10.1080/02640414.2014.903335>
46. Mikkola, J. S., Rusko, H. K., Nummela, A. T., Paavolainen, L. M., & Häkkinen, K. (2007). Concurrent endurance and explosive type strength training increases activation and fast force production of leg extensor muscles in endurance athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(2), 613-620. <https://doi.org/10.1519/R-20045.1>
47. Mohamed, K. S., Mohamed, K., Mohammed, S., Mokrani, D., & Belkadi, A. (2019). The Effect of Heavy Weight Training on Physiological Abilities of Soccer Players Under the Age 21 Years Old. *Acta Facultatis Educationis Physicae Universitatis Comenianae*, 59(1), 33-43. <https://doi.org/10.2478/afepuc-2019-0004>
48. Monteiro, L., Massuca, L. M., Ramos, S., & Garcia-Garcia, J. (2024). Neuromuscular Performance of World-Class Judo Athletes on Bench Press, Prone Row and Repeated Jump Tests. *Applied Sciences*, 14(7), 2904. <https://doi.org/10.3390/app14072904>
49. Nunes, A. V., & Rubio, K. (2012). As origens do judô brasileiro : A árvore genealógica dos medalhistas olímpicos. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*, 26, 667-678. <https://doi.org/10.1590/S1807-55092012000400011>
50. Pereira, A., Nunes, P., Figueiredo, T., & Espada, M. (2015). Efeito de diferentes protocolos de treino na força máxima dos membros superiores e inferiores em contexto Fitness. *Medi@ções: Revista Online da Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Setúbal*, 3, nº 2, 28-39.
51. Piotrowicz, E., Baranowski, R., Piotrowska, M., Zieliński, T., & Piotrowicz, R. (2009). Variable effects of physical training of heart rate variability, heart rate recovery, and heart rate turbulence in chronic heart failure. *Pacing and Clinical Electrophysiology: PACE*, 32 Suppl 1, S113-115. <https://doi.org/10.1111/j.1540-8159.2008.02266.x>
52. Pulkkinen, W. J. (2001). *The Sport Science of Elite Judo Athletes : A Review and Application for Training*. Pulkinetics, Incorporated.
53. Rønnestad, B. R., Ellefsen, S., Nygaard, H., Zacharoff, E. E., Vikmoen, O., Hansen, J., & Hallén, J. (2014). Effects of 12 weeks of block periodization on performance and performance indices in well-trained cyclists. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 24(2), 327-335. <https://doi.org/10.1111/sms.12016>
54. Roschel, H., Tricoli, V., & Ugrinowitsch, C. (2011). Treinamento físico : Considerações práticas e científicas. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*, 25, 53-65. <https://doi.org/10.1590/S1807-55092011000500007>
55. Saraiva, A. R., Reis, V. M., Costa, P. B., Bentes, C. M., Costa E Silva, G. V., & Novaes, J. S. (2014). Chronic effects of different resistance training exercise orders on flexibility in elite judo athletes. *Journal of Human Kinetics*, 40, 129-137. <https://doi.org/10.2478/hukin-2014-0015>
56. Simão, R., de Salles, B. F., Figueiredo, T., Dias, I., & Willardson, J. M. (2012). Exercise order in resistance training. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 42(3), 251-265. <https://doi.org/10.2165/11597240-000000000-00000>

57. Smart, N. A., & Steele, M. (2012). A comparison of 16 weeks of continuous vs intermittent exercise training in chronic heart failure patients. *Congestive Heart Failure (Greenwich, Conn.)*, 18(4), 205-211. <https://doi.org/10.1111/j.1751-7133.2011.00274.x>
58. Souza, T. M. F. de, Assumpção, C. de O., & César, M. de C. (2007). *Avaliação anaeróbia de atletas de judô*. Consulté à l'adresse <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/62366>
59. Spencer, M. R., & Gatin, P. B. (2001). Energy system contribution during 200- to 1500-m running in highly trained athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(1), 157-162. <https://doi.org/10.1097/00005768-200101000-00024>
60. Štefanovský, M., Kraček, S., Ciz, I., & Czibulova, K. (2017). Differences in morphological parameters of judo athletes of different age groups and performance level. *Acta Gymnica*, 47. <https://doi.org/10.5507/ag.2017.022>
61. Thomas, G. A., Kraemer, W. J., Spiering, B. A., Volek, J. S., Anderson, J. M., & Maresh, C. M. (2007). Maximal power at different percentages of one repetition maximum : Influence of resistance and gender. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(2), 336-342. <https://doi.org/10.1519/R-55001.1>
62. Trusz, R. A., & Dell'Aglio, D. D. (2010). A prática do judô e o desenvolvimento moral de crianças. *Revista Brasileira de Psicologia do Esporte*, 3(2), 117-135.
63. Tuimil, J. L., Boullosa, D. A., Fernández-del-Olmo, M. A., & Rodríguez, F. A. (2011). Effect of equated continuous and interval running programs on endurance performance and jump capacity. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(8), 2205-2211. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181e8a4d5>
64. Wernbom, M., Augustsson, J., & Thomeé, R. (2007). The influence of frequency, intensity, volume and mode of strength training on whole muscle cross-sectional area in humans. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 37(3), 225-264. <https://doi.org/10.2165/00007256-200737030-00004>
65. Yacine, Z., Othmane, B., Adel, B., Mohamed, S., Aabdelkader, B., & Lalia, C. (2020). Functional movement screening as a predictor of injury in highly trained female's martial arts athletes. *Polish Hyperbaric Research*, 71(2), 67-74.
66. Youcef, K., Mokhtar, M., & Adel, B. (2022). Effects of different concurrent training methods on aerobic and anaerobic capacity in u 21 soccer players. *Sports Science & Health/Sportske Nauke i Zdravlje*, 12(1).
67. Zerf, M., Mokhtar, M., Kherfane, M. H., Adel, B., & Beboucha, W. (2021). Aerobic endurance levels as model control tools for individual prototypical training progres among algerian soccer players. *Journal of Kinesiology and Exercise Sciences*, 31(94), 31-37.
68. Zhang, Z., Xie, L., Ji, H., Chen, L., Gao, C., He, J., ... Li, D. (2024). Effects of different work-to-rest ratios of high-intensity interval training on physical performance and physiological responses in male college judo athletes. *Journal of Exercise Science and Fitness*, 22(3), 245-253. <https://doi.org/10.1016/j.jesf.2024.03.009>