

Université d'Alger-3

Brahim Soltane Chaibout « dely-ibrahim »

Institut d'éducation physique et sportive



Thèse présentée en vue de l'obtention de Doctorat en Sciences

Et Techniques des Activités Physiques et Sportives

Titre

Effet de la méthode RSA sur la puissance des membres inférieurs, l'endurance et l'indice de fatigue chez les judokas de catégorie « junior »

Etude expérimentale sur les judokas du club JSMJ Jijel

Présenté Par :

Chalouche Mouatez Billah

Sous la direction de :

Pr. Kharoubi Mohamed Fayçal

Année universitaire : 2025/2026

Université d'Alger-3

Brahim Soltane Chaibout « dely-ibrahim »

Institut d'éducation physique et sportive



Thèse présentée en vue de l'obtention de Doctorat en Sciences

Et Techniques des Activités Physiques et Sportives

Titre

**Effet de la méthode RSA sur la puissance
des membres inférieurs, l'endurance et
l'indice de fatigue chez les judokas**

Présenté Par :

Chalouche Mouatez Billah

Sous la direction de :

Pr. Kheroubi Mohamed Fayçal

Année universitaire : 2023/2024

Dédicaces

A Mes chers parents A Toute ma famille

A Tous ceux qui me sont chers

A Tous mes amis

A Tous les enseignants de l'université d'Alger-3-

A Tous les enseignants de l'université de Jijel

Je dédie le fruit de mes 22 ans d'études.

Remercîments

Je remercie avant tout **Dieu Allah**, le tout puissants miséricordieux de m'avoir donné le courage et la motivation pour arriver à ce stade du savoir et de présenter ce modeste travail.

Je remercie **ma mère** et **mon père** et **toute la famille** pour m'avoir encouragé et aidé dans des moments difficiles de ma vie.

Je remercie également **mes enseignants** de l'institut de l'éducation physique et sportive de l'université d'Alger³ et également les enseignants de l'université de Jijel.

Je tiens à exprimer mes vifs remerciements à **Mr Kharoubi Mohamed Faycel** et **Mr Benchetioui Abderezzek** pour les conseils et les corrections sans lesquels je n'aurais pas pu fournir ce travail et l'enrichir, ni apporter les correctifs indispensables.

Table des matières

Thème	Page
Dédicaces	
Remerciements	
Table des matières	
Indexe des tableaux	
Indexe des figures	
Liste des abréviations	
Introduction & Problématique.....	1
1. Questions secondaires.....	5
2. Hypothèse principale.....	5
3. Hypothèses secondaires.....	5
4. Objectifs de l'étude.....	6
5. Importance de l'étude.....	6
6. Concepts de l'étude.....	7
6.1. Judo	7
6.2. RSA (Repeated-sprint-ability)	7
6.3. Puissance.....	8
6.4. Endurance.....	8
6.5. Indice de fatigue.....	8
7. Etudes antérieures et similaires	8
8. Commentaires sur les études antérieures et similaires	19
9. Structure de l'étude.....	21
 Partie théorique : revue de la littérature	
Chapitre 01 : Les exigences modernes du judo	

1. Définition du judo.....	26
2. Judo en Algérie.....	27
3. Les évolutions réglementaires en judo.....	28
4. Analyse physiologique de la pratique de compétition.....	29
5. Les différents profils physiologiques chez les judokas.....	31
6. Méthodes pour gagner en judo.....	32
6.1. Techniques de projection (Nage-waza)	33
6.2. Techniques d'immobilisation (osaekomi-waza)	34
6.3. Techniques d'étranglement (shime-waza)	34
6.4. Clés de bras (Kansetsu-waza)	35
7. Méthodes d'entraînement en judo.....	36
7.1. Randori.....	36
7.2. Kakari-geiko.....	37
7.3. Yaku-soku-geiko.....	37
7.4. Nagekomi.....	37
7.5. Uchikomi.....	38
7.6. Shiaï.....	38
8. Les qualités physiques et physiologiques du judoka.....	39
8.1. L'Endurance.....	40
8.2. La force.....	41
8.3. La force de préhension des judokas.....	42
8.4. Masse grasseuse des judokas.....	43
9. Facteurs de performance propres au judoka	45
9.1. Facteurs biologiques.....	46
9.2. Facteurs techniques.....	47
9.3. Facteurs environnementaux.....	49

9.4. Influence de l'entraîneur.....	49
9.5. Rôle de l'entraînement.....	50
10.les tests physiques en judo.....	50
10.1. Le SJFT (Special judo fitness test)	51
10.2. Uchi-komi fitness test (UFT)	52
10.3. Santos test.....	54
10.4. Test de force de préhension (Handgrip strenght test).....	55
10.5. Hikidashi Uchi-komi test(HUT).....	55
10.6. Tests isométriques et dynamiques de force de préhension du judogi.....	56
10.7. Test d'adaptation au judo dérivé du test Léger-Mercier.....	57

Chapitre 02 : la puissance musculaire en judo

1. Introduction.....	59
2. Définition de la force.....	60
3. Types de force.....	62
3.1. La force maximale.....	62
3.2. L'endurance de force.....	63
3.3. La force-vitesse (Force explosive)	64
3.4. La force relative.....	65
4. Facteurs déterminant de la force.....	66
4.1. Le volume musculaire	66
4.2. Les typologies musculaires.....	67
4.3. Les facteurs métaboliques.....	68
4.4. Les facteurs nerveux.....	68
4.5. Les modalités de contraction musculaire	68
5. Importance du développement de la force	69

6. La force en judo.....	70
7. La puissance.....	71
8. Intérêts de la puissance musculaire	74
9. Les facteurs affectant la puissance.....	77
9.1. La force.....	77
9.2. Rapport longueur-tension.....	77
9.3. Relation force-vélocité.....	78
9.4. Facteurs intracellulaires affectant la puissance maximale.	78
9.5. Hypertrophie musculaire et puissance.....	78
9.6. Types de fibre musculaire.....	79
9.7. Disponibilité énergétique.....	79
10. Entraînement de la puissance maximale.....	80
10.1. Entraînement en résistance et taux de développement de la force.....	80
10.2. Controverse sur l'entraînement spécifique à la vitesse.....	81
10.3. La résistance optimale pour une puissance maximale.....	82
10.4. Résistance lourde vs résistance légère.....	82
11. Tests spécifique de force et de puissance	82
11.1. Test de 1RM (Répétition maximale)	83
11.2. CMJ (Countermovement jump) test.....	84
11.3. Le Sargent test (Test de saut vertical)	85
11.4. Margaria-Kalamen test	86
11.5. Test de Wingate	87
11.6. Test « force-vitesse ».....	88

Chapitre 03 : La méthode RSA et l'endurance en judo

1. Définitions de l'endurance	90
--	-----------

2. L'endurance en judo.....	91
3. Types d'endurance.....	93
3.1. Endurance aérobie.....	94
3.2. Endurance anaérobie.....	95
3.3. Capacité Aérobie (CA).....	96
3.4. Puissance Aérobie (PA).....	96
4. Les déterminants de l'endurance.....	97
4.1. VO ₂ max (Consommation maximale d'oxygène)	98
4.2. PMA (puissance maximale aérobie)	99
4.3. VMA (Vitesse maximale aérobie)	99
4.4. Le seuil anaérobie	100
4.5. La puissance critique.....	100
4.6. Répartition des FM.....	100
4.7. Système cardiovasculaire.....	101
4.8. Réserves énergétiques.....	101
5. Adaptation du corps à l'entraînement en endurance	102
5.1. Plasticité musculaire.....	103
5.2. Adaptation cardio-vasculaire.....	103
5.3. Adaptation métabolique.....	104
5.4. Adaptation lactique.....	104
5.5. Adaptation du capital osseux.....	104
6. Tests d'endurance.....	105
6.1. Test navette de Luc-Léger.....	105
6.2. Test Cooper de course (12minutes)	105
6.3. Test Yo-Yo.....	106
6.4. Test VAM-EVAL.....	107
6.5. Le test 45-15 de Gacon.....	108
7. Définition du RSA (Repeated-sprint-ability) : aptitude à répéter	

des sprints.....	109
8. La physiologie des sprints répétés.....	111
8.1. L'ATP de base.....	111
8.2. Le système phosphocréatine.....	111
8.3. Le système glycolytique.....	112
8.4. Le système oxydatif.....	112
8.5. Lactatémie, pH intramusculaire.....	113
9. Indice de fatigue.....	113
10. Types d'exercices du RSA.....	114
10.1. RSA 6*40m.....	114
10.2. RSA 12*20m.....	114
10.3. RSA 10*30m.....	114
10.4. RSA 8*25m.....	115
10.5. RSA 6*30m.....	115

Partie pratique : études expérimentales

Chapitre 04 : méthodologie et Procédures expérimentales

1. Méthode, population et Echantillon	118
2. L'étude expérimentale	122
3. Les moyens pédagogiques.....	122
4. Les tests biométriques.....	122
5. Les tests physiques.....	122
5.1. Test Cooper	122
5.2. Test navette de Luc-léger	124
5.3. Test saut vertical de Sargent	124
5.4. Countermouvement jump test	125
5.5. RSA (repeated sprint ability) test	126
5.6. FI (indice de fatigue)	127

Chapitre 05 : Analyses statistiques et interprétation des résultats

- 1. Procédures statistiques.....129**
- 2. Analyses statistiques et interprétation des résultats.....132**
- 3. Vérification des hypothèses de l'étude.....134**

Vérification de l'hypothèse 01 : La méthode d'entraînement par RSA a un effet sur la puissance des membres inférieurs chez les judokas.**134**

Vérification de l'hypothèse 02 : La méthode d'entraînement par RSA a un effet sur l'endurance des judokas.**138**

Vérification de l'hypothèse 03 : La méthode d'entraînement par RSA a un effet sur l'indice de fatigue des judokas.**141**

- 4. Discussion143**
- 5. Conclusion.....149**
- 6. Les limites de l'étude.....150**
- 7. Les pistes de recherche.....151**

Références bibliographiques.....152

Annexes

Résumés

Indexe des tableaux

Tableau	Page
Tableau 1 : Représente le programme d'entraînement aux sprints répétés sur 5 semaines, indiquant le nombre de séries et de répétitions et les distances courues pour chaque séance.....	120
Tableau 2 : Représente les moyennes et les écarts-types des caractéristiques des participants (Age, Poids, Expérience).....	132
Tableau 3 : Représente le test de normalité de Kolmogorov-Smirnov....	132
Tableau 4 : Représente les résultats du CMJ pré et post test.....	134
Tableau 5 : Représente les résultats du Sargent pré et post test.....	136
Tableau 6 : Représente les résultats du Cooper pré et post test.....	138
Tableau 7 : Représente les résultats du Luc-léger pré et post test.....	139
Tableau 8 : Représente les résultats du RSA pré et post test.....	141
Tableau 9 : Représente les résultats de l'indice de fatigue pré et post test.....	142

Indexe des figures

Figure	Pages
Figure 1: représente une technique de projection (ippon seoi nage).....	33
Figure 2: représente une technique d'immobilisation (kami shiho gatame) ..	34
Figure 3: représente une technique d'étranglement.....	35
Figure 4: représente une technique de clés de bras (juji-gatame)	35
Figure 5: représente le SJFT (Spécial Judo Fitness Test)	52
Figure 6: représente l'UFT (Uchikomi Fitness Test)	53
Figure 7: représente le test de préhension (Dynamomètre)	55
Figure 8: représente le Hikidashi Uchi-komi test.....	56
Figure 9: représente les tests isométriques et dynamiques de force de préhension du judogi.....	57
Figure 10: représente le protocole du CMJ test.....	85
Figure 11: représente le protocole du Sargent test.....	86
Figure 12: représente le protocole du test Margaria-Kalamen.....	87
Figure 13: représente le protocole du test Yo-Yo.....	107
Figure 14: représente le protocole du test VAM-EVAL.....	107
Figure 15: représente le protocole du test Gacon 45-15.....	108
Figure 16: représente le protocole du test Cooper.....	123
Figure 17: représente le protocole du test navette de Luc-Léger.....	124
Figure 18: représente le protocole du test Sargent.....	125
Figure 19: représente le protocole du CMJ test.....	126
Figure 20: représente le protocole du test RSA.....	127
Figure 21: Représente les résultats du CMJ pré et post test.....	135
Figure 22: Représente les résultats du Sargent pré et post test.....	137
Figure 23: Représente les résultats du Cooper pré et post test.....	139
Figure 24: Représente les résultats du Luc-léger pré et post test.....	140

Liste des abréviations

FI : Fatigue Index (Indice de fatigue).

CMJ : Counter-mouvement Jump (le saut en contre mouvement).

VMA : Vitesse Maximale Aérobie.

PMA : Puissance Maximale Aérobie.

VO2max : Volume d'oxygène Maximale (Utilisé par l'organisme).

RSA : Repeated Sprint Ability (la capacité à répéter les sprints).

SJFT : Spécial Judo Fitness Test.

UFT : Uchi-komi Fitness Test.

1RM : 1 Répétition Maximale.

VAM-EVAL : Vitesse Maximale Aérobie Evaluation (test pour évaluer la VMA).

Pré-test : Test physique avant le programme d'entraînement.

Post-test : Test physique après le programme d'entraînement.

SSG : Small-Sided-Games (les jeux réduits).

RSH : repeated-sprint training in normobaric hypoxia

RSN : Repeated-Sprint training in normoxia

FJT : Five time-jump test

Introduction & problématique

Le judo est un sport acyclique dont la performance est complexe et multifactorielle, et cela est en raison que cette dernière est déterminée par plusieurs qualités physiques, voir techniques, tactiques et même des aspects psychologiques.

Il est un sport exigeant sur le plan technique et tactique, qui implique plusieurs efforts intermittents d'une activité de haute intensité, entrecoupés de courtes périodes de repos, (Autunes & Al, 2022) l'athlète tente de projeter son adversaire sur le dos ou de le contrôler au cours d'un combat au sol. (Franchini & Al, Physical Fitness and Anthropometrical Profile of the Brazilian Male Judo Team., 2007)

Il est classé comme un sport intermittent de haute intensité, dont une variété de qualités physiques doivent être développées pour atteindre la performance technico-tactique optimal. (Kons & Al, 2020)

Un match de judo de haut niveau typique dure 3 minutes, avec des périodes d'activité de 20 à 30 secondes et 5 à 10 secondes d'interruption. En outre, une grande partie des matchs dure 3 à 4 minutes. (Franchini Emersson & Al, 2011)

Dans lequel, l'athlète tente de projeter son adversaire sur le dos ou de le contrôler au cours d'un combat au sol. (Franchini & Al, Physical Fitness and Anthropometrical Profile of the Brazilian Male Judo Team., 2007)

Et en raison des récentes modifications des règles, qui comprennent une diminution de la durée et de la fréquence des pauses et une augmentation des phases actives. Ces changements ont conduit à la nécessité de réévaluer les adaptations de la performance et les besoins aérobie et anaérobie des athlètes de judo. (Ceylan & Al, 2018)

Ainsi, pour réussir en judo, les athlètes doivent développer des voies aérobies et anaérobies pour faire face aux exigences de l'action pendant les matchs. (Franchini & Al, High-intensity interval training in judo uchi komi : fundamentals and practical recommendations., 2021)

L'entraînement des athlètes de judo vise à améliorer la technique, la tactique ou la condition physique par le biais d'actions complémentaires (non spécifiques) et spécifiques. Traditionnellement, un microcycle typique de judo comprend un entraînement aérobique, un entraînement de la force et un entraînement aux techniques de judo. (Franchini & Al, High-Intensity Intermittent Training Positively Affects Aerobic and Anaerobic Performance in Judo Athletes Independently of Exercise Mode. , 2016)

Parmi les qualités physiques les plus dominantes dans tous les sports et en particulier le judo c'est la force, il se distingue plusieurs types de force musculaire, d'entre elles, la puissance, qui est la force produite par unité de temps, donc c'est largement le résultat d'entraîner les unités moteurs à recruter rapidement les fibres musculaires. (Gregory Whyte, 2006)

Et qui correspond à la tension musculaire maximale pouvant être développée lors des phases d'attaque ou la résistance produite par le judoka lors des phases de défense. (R.Rousseau & col, 2019)

Des études antérieures ont indiqué que les athlètes de judo ayant une puissance et une capacité anaérobique du haut du corps, une endurance spécifique et une puissance musculaire du bas du corps plus élevées ont plus de chances de réussir. (Franchini & Al, Specificity of performance adaptations to a periodized judo training program. , 2015)

En outre, les actions d'attaque requièrent des niveaux élevés de puissance musculaire des membres inférieurs, principalement dans l'application de certaines techniques de projection spécifiques. (Detanico & Al, 2013)

Cependant, l'efficacité du combat mené par les judokas dépend des systèmes énergétiques aérobie. Le métabolisme aérobie contribue à une restauration plus rapide des substrats à haute énergie et à une accumulation plus tardive des métabolites pendant les périodes de pause entre les attaques, ainsi qu'à une récupération plus rapide après les matchs consécutifs. Par conséquent, la capacité aérobie est considérée comme une condition préalable à un entraînement de haut niveau et à la performance compétitive des judokas. (Dimitrova Diana & Al, 2020), qui permet une récupération plus rapide tout au long du combat et entre les combats successifs d'une compétition (Da Silva Luvanor Santana & Al, 2021)

Une étude d'Ahmaidi et al (1999) a montré que, pendant trois minutes de combat, la dépense énergétique d'origine aérobie représente des valeurs de l'ordre de 28,5% ($14,79 \pm 5,05$ ml/kg/min), 68% ($35,39 \pm 12,85$ ml/kg/min) et 78,3% ($40,73 \pm 4,05$ ml/kg/min) du VO₂max au cours des 1ère, 2ème et 3ème minutes de combat.. (Ahmaidi & Al, 1999)

Par conséquent, des stratégies visant à améliorer les exigences physiques spécifiques des athlètes de judo sont souhaitables pour favoriser de bonnes performances lors des compétitions. (Uchoa Fabio & Al, 2021)

En raison d'atteindre la performance sportive, il faut un programme d'entraînement adéquat pour développer ses critères de performance, le programme d'entraînement se compose de plusieurs méthodes d'entraînement, l'une d'elle est le RSA (Repeated-sprint-ability) qui est l'habilité à produire des séries de sprints à très haute intensité de moins de 10 secondes entrecoupé avec des périodes de récupération de moins de 60 secondes. (Raiza Sham Hamezah & Nur Ikhwan , 2014)

pendant le RSA, la fatigue se manifeste par un abaissement de la vitesse maximale en sprint, ou une diminution du pique de la puissance pendant le

travail, pour quantifier l'habilité à résister la fatigue pendant l'RSE (Repeated-sprint exercice), les chercheurs utilisent deux méthodes, soit l'indice de fatigue (fatigue index) ou le pourcentage de la décrémentation du score (Sdec), l'indice de fatigue est calculé par le déficit entre la meilleure et la mauvaise performance en sprint, cependant, un indice de fatigue haut ou bas ne signifie pas forcément une meilleure ou mauvaise performance. (Olivier Girard & Al, 2011)

Une augmentation du nombre de recherches scientifiques concernant l'importance de l'RSA pour les sports collectifs et de raquettes a été observée. (Bishop David & Al, 2011)

Un modeste nombre d'études ont montré que la stratégie d'entraînement à la capacité de répéter les sprints, qui se caractérise par des sprints courts et de haute intensité (< 10 s) avec de courtes périodes de récupération (< 60 s), améliore la puissance musculaire et la performance de saut et la performance aérobie, parmi ces études nous citons :

L'étude de Gantois Petrus (2019) intitulée : « Repeated sprint training improves both anaerobic and aerobic fitness in basketball players » (Gantois Petrus & Al, Repeated sprint training improves both anaerobic and aerobic fitness in basketball players. , 2019)

L'étude de suhana (2019) intitulée : « Relationship Between Agility and Power to Single-Sprint Performance and Repeated-Sprint Ability » (Suhana & Al, 2019)

L'étude de tonnessen (2011) intitulée : « The Effect of 40-m Repeated Sprint Training on Maximum Sprinting Speed, Repeated Sprint Speed Endurance, Vertical Jump, and Aerobic Capacity in Young Elite Male Soccer Players » (Tonnessen Espen & Al, 2011)

À la lumière de ce qui précède, la présente étude visait à déterminer, si la méthode d'entraînement par RSA a un effet sur la puissance des membres inférieurs, l'endurance et l'indice de fatigue chez les judokas ?

1. Questions secondaires :

- la méthode d'entraînement RSA exerce-t-elle un effet sur la puissance des membres inférieurs chez les judokas.
- la méthode d'entraînement RSA exerce-t-elle un effet sur l'endurance chez les judokas.
- la méthode d'entraînement RSA exerce-t-elle un effet sur l'indice de fatigue chez les judokas.

2. Hypothèse principale :

- la méthode d'entraînement par RSA a un effet sur la puissance des membres inférieurs, l'endurance et l'indice de fatigue chez les judokas.

3. Hypothèses secondaires :

- La méthode d'entraînement RSA a un effet sur la puissance des membres inférieurs chez les judokas.
- La méthode d'entraînement RSA a un effet sur l'endurance chez les judokas.
- La méthode d'entraînement RSA a un effet sur l'indice de fatigue chez les judokas.

4. Objectifs de l'étude :

Le développement et la modernisation de l'entraînement sportif a entraîné l'apparition d'un nombre immense de méthode d'entraînement pour but de développer avec efficience les qualités physiques, donc il est difficile de prévoir l'effet d'une méthode d'entraînement par rapport à une autre méthode sur le développement d'une qualité physique.

Les objectifs de la présente étude est de mettre en évidence le développement de la puissance maximale, l'endurance et la diminution de l'indice de fatigue avec des exercices de course de type RSA (repeated-sprint) chez les judokas.

5. Importance de l'étude :

L'importance de cette étude réside dans sa contribution à l'optimisation de la performance physique en judo, un sport de combat où les qualités de puissance musculaire et d'endurance spécifique sont déterminantes. Malgré les exigences physiologiques intenses du judo, peu de recherches ont exploré l'intégration de la méthode RSA (Repeated Sprint Ability) dans la préparation physique des judokas. Or, cette méthode, largement utilisée dans les sports d'intermittence comme le football ou le rugby, présente un potentiel d'amélioration intéressant pour les disciplines de combat, notamment en raison de sa capacité à stimuler à la fois les systèmes énergétiques anaérobie et aérobie.

Sur le plan pratique, cette étude peut guider les préparateurs physiques et entraîneurs dans la conception de programmes d'entraînement plus efficaces, visant une amélioration simultanée de la puissance musculaire et de la résistance à la fatigue et de l'endurance spécifique en judo et de les développer avec une nouvelle approche. Dans un contexte de compétitivité accrue et de spécialisation des charges d'entraînement, disposer de données

scientifiques précises sur l'impact de la méthode RSA permettrait une individualisation plus fine des protocoles de préparation.

Enfin, cette recherche contribue au champ de la littérature scientifique en sciences du sport, en apportant des éléments nouveaux sur l'application d'une méthode d'entraînement éprouvée dans un cadre peu étudié : celui des sports de combat, et plus précisément du judo. Elle ouvre également la voie à des études futures sur l'adaptation de cette méthode à différents niveaux de performance (amateurs, élite) ou à d'autres paramètres physiologiques et aussi de sortir de la monotonie.

6. Concept de l'étude :

6.1. Judo :

Le judo se caractérise par des actions de haute intensité (des attaques, des actions défensives et des contre-attaques), tant qu'en position debout qu'au sol, entrecoupées d'actions de faible intensité, ce qui se traduit par une activité intermittente. Les matchs officiels présentent des séquences de 20 à 30 secondes de combat et 5 à 10 secondes de pause. Les combats peuvent durer de quelques secondes à quelques minutes, le match se terminant lorsque l'un des adversaires marque avec une technique décisive (ippon), ou marque plus de points (wazaari). (Chalouche Mouatez Billah & Al, 2022)

6.2. RSA (repeated-sprint-ability) :

Est la capacité à produire la meilleure performance moyenne possible au cours d'une série de sprints, séparés par de courtes périodes de récupération (< 60 secondes). (Bishop David & Al, 2011)

6.3. Puissance :

La puissance est la capacité des muscles à exercer une force maximale dans un temps très court. Ainsi, pour entraîner cette composante, les athlètes doivent développer leur force et leur vitesse. (Thariqi Yulfiras & Al, 2023)

6.4. Endurance :

L'endurance d'un judoka peut être définie comme la capacité à utiliser, dans un état physiologique stable, le pourcentage le plus élevé possible de sa consommation maximale d'oxygène (VO_{2max}) pendant la durée totale de tous les combats à mener. (Paillard Thierry, 2014) et donc la capacité d'effectuer une activité d'une intensité donnée pendant un certain temps sans perte d'efficacité. (Carrio Christophe, 2006)

6.5. Indice de fatigue :

Au cours du RSA, la fatigue se manifeste par une diminution de la vitesse maximale de sprint (course à pied) ou une diminution de la puissance maximale ou du travail total (cyclisme), au fil des répétitions du sprint.

Pour quantifier la capacité à résister à la fatigue pendant le RSA, les chercheurs ont tendance à utiliser l'indice de fatigue. L'IF a généralement été calculé comme la chute de performance entre la meilleure et la pire performance de sprint au cours du RSA. (Olivier Girard & Al, 2011)

7. Etudes antérieures et similaires :

Etude de Tonnessen & Al (2011) : The Effect of 40-m Repeated Sprint Training on Maximum Sprinting Speed, Repeated Sprint Speed Endurance, Vertical Jump, and Aerobic Capacity in Young Elite Male Soccer Players

20 jeunes footballeurs d'élite bien entraînés se sont portés volontaires pour participer à cette étude. Les participants ont été répartis entre le groupe d'entraînement (TG) (n = 10) et le groupe de contrôle (CG) (n = 10).

Résultats :

Les résultats de cette étude indiquent que l'entraînement à l'endurance de vitesse peut avoir un effet positif sur la puissance de saut des athlètes. Les résultats des groupes montrent que le TG (training group) ont fait des progrès notables sur le CMJ. Ceci est encore plus clair lorsqu'on examine l'ampleur de l'effet de l'entraînement sur l'aptitude au CMJ.

TG et le CG ont eu une amélioration marquée dans le (10 fois 40) mètres RSA de 0.12 et 0.06 secondes. (Tonnessen Espen & Al, 2011)

Etude de Castagna Carlo & Al (2013) : Relation entre la puissance aérobie maximale et la capacité à répéter des sprints chez les jeunes joueurs de basket-ball

18 basketteurs juniors bien entraînés (âge, 16,8 1,2 ans ; taille, 181,3 5,7 cm ; masse corporelle, 73 kg ; VO₂peak, 59,6 ml·kg⁻¹·min⁻¹). L'analyse des matchs et l'analyse temps-mouvement des matchs de basket-ball de compétition ont été utilisées pour concevoir un protocole de capacité de sprint répété spécifique au basket-ball consistant en dix sprints de course navette de 15 m avec 30 s de récupération passive

Résultats :

Il n'y avait pas de relation significative entre VO₂peak et n'importe quelle variable de capacité de sprint répété mesurée. Bien que ces résultats suggèrent que la condition physique aérobie n'est pas un déterminant important de la capacité de sprint répété spécifique au basket-ball, des recherches supplémentaires au moyen de protocoles de durée de match sont nécessaires. (Castagna Carlo & Al, Relation between maximal aerobic power and the ability to repeat sprints in young basketball players. , 2013)

Etude de Soares-Caldeira Lucio & Al (2014) : Effets d'un entraînement supplémentaire de sprint répété pendant la pré-saison sur la performance, la variabilité de la fréquence cardiaque et les symptômes de stress chez les joueurs de futsal.

13 joueurs d'une équipe professionnelle de futsal (22,6 ans, 72,8nkg, 173,2 cm) ont été répartis au hasard en deux groupes (n = 6 et groupe d'entraînement normal : n = 7). Les deux groupes ont effectué un test RSA, un test de récupération intermittente Yo-Yo niveau 1 (YoYo IR1), un squat (SJ) et des sauts en contre-mouvement (CMJ), des mesures de la composition corporelle et de la variabilité du rythme cardiaque (HRV) au repos avant et après 4 semaines d'entraînement de pré-saison. Les symptômes de stress hebdomadaires des athlètes ont été enregistrés par des réponses psychométriques à l'aide du questionnaire « Daily Analysis of Life Demands for Athlets » et de l'échelle d'évaluation subjective du bien-être, respectivement. La charge d'entraînement quotidienne (unités arbitraires) a été évaluée à l'aide de la méthode d'évaluation de l'effort perçu. Après l'entraînement de pré-saison.

Résultats :

Les variables anthropométriques et de composition corporelle n'ont pas changé de manière significative au fil du temps et étaient similaires entre les groupes, aucune interaction entre le temps et le groupe n'étant évidente. En conséquence, les inférences basées sur l'amplitude n'ont pas détecté de changements significatifs dans la masse corporelle, le % de graisse et le LBM pour l'un ou l'autre groupe.

Aucun effet principal ou d'interactions significatives n'a été noté pour les meilleures performances en SJ, CMJ et RSA. Bien qu'aucun effet de groupe ou d'interaction n'ait été détecté, un effet de temps significatif a été identifié pour les performances de YoYo IR1. (Soares-Caldeira Lucio & Al, 2014)

Etude de Do Nascimento Salvador Paulo & Al (2015) : Effets de quatre semaines d'entraînement répété au sprint sur les indices physiologiques des joueurs de futsal

14 joueurs ont été divisés en deux groupes : groupe d'intervention (n = 8) et groupe de contrôle (n = 6). Les deux groupes ont effectué un test de sprint maximal répété (40 m MST), un test de course navette intermittente (test de Carminatti) et des sauts verticaux avant et après la période d'entraînement. Le groupe d'intervention a été soumis à un programme supplémentaire de sprints répétés de quatre semaines, deux fois par semaine, tandis que le groupe de contrôle a maintenu son programme d'entraînement normal.

Résultats :

La courte période d'entraînement basée sur l'RSA n'a pas été suffisante pour induire des améliorations différentes de celles observées dans les routines d'entraînement normales, les deux étant également efficaces pour produire des

changements dans les variables analysées. Cependant, l'ampleur de l'effet a montré que l'entraînement RSA induisait des améliorations plus importantes avec une signification pratique dans les variables liées à la puissance aérobie et à la capacité aérobie, ainsi qu'à la capacité anaérobie lactique, ce qui suggère que quatre semaines seraient une durée d'entraînement minimale susceptible d'améliorer la condition physique des joueurs de futsal. (Do Nascimento Salvador Paulo & Al, 2015)

Etude de Kanyak Kerimhan & Al (2017) : The effects of 20-m repeated sprint training on aerobic capacity in college volleyball players

18 joueurs de volley-ball ont été répartis au hasard entre un groupe expérimental ($n = 9$, âge : $21,2 \pm 1,3$ ans) et un groupe témoin ($n = 9$, âge : $21,2 \pm 1,6$ ans). Les deux groupes ont suivi un programme d'entraînement traditionnel de volley-ball trois fois par semaine pendant 6 semaines. Le groupe expérimental a en outre effectué un protocole d'entraînement de sprint répété immédiatement avant chaque séance d'entraînement de volley-ball. L'entraînement de sprint répété consistait en 1 à 3 séries de 5×20 m de sprint maximal avec 20 secondes de récupération active entre les sprints et 4 min de récupération passive entre les séries.

Résultats :

Les résultats de cette étude ont montré que le programme d'entraînement de sprint répété a conduit à une amélioration significative du meilleur temps de sprint, du temps de sprint moyen et de l'indice de fatigue du test de sprint répété, de la VO_{2max} , de la RER_{max} et du temps jusqu'à l'épuisement pendant le test incrémental sur tapis roulant dans le groupe expérimental, alors qu'aucun changement n'est survenu dans le groupe de contrôle. Nos résultats suggèrent que l'ajout de programmes d'entraînement par intervalles

de sprint, trois fois par semaine, aux séances d'entraînement normales de volley-ball représente un moyen efficace d'augmenter la capacité aérobie et la performance anaérobie chez les joueurs de volley-ball de collège. La VO2max est considérée comme le meilleur déterminant de la capacité aérobie. L'entraînement répété au sprint a amélioré de manière significative la capacité aérobie du groupe expérimental, comme le montre l'augmentation de la VO2max. (Kaynak Kerimhan & Al, 2017)

Etude de Gantois & Al (2019) : Repeated sprint training improves both anaerobic and aerobic fitness in basketball players.

17 joueurs d'université ont été répartis au hasard en deux groupes, entraînement répété au sprint et entraînement à la course à pied. RSA groupe (n=9) et un groupe contrôle (n=8).

Résultats :

L'entraînement par sprint répétés en plus d'un entraînement technique de basket-ball est efficace pour conditionner les capacités liées à la qualité neuromusculaire de la vitesse du sprint court, du saut verticale et de la condition physique aérobie chez les joueurs de basket-ball de l'université au cours de la dernière phase de la pré-saison. (Gantois Petrus & Al, Repeated sprint training improves both anaerobic and aerobic fitness in basketball players. , 2019)

Etude de Korkmaz Eryilmaz Selcen & Kaynak Kerimhan (2019): Relation entre la capacité de sprint répété et la condition physique aérobie chez les joueurs de volley-ball de l'université.

16 joueurs de volleyball (âge : $21,1 \pm 1,4$ ans) ont participé à l'étude. Les joueurs ont d'abord effectué un test de course incrémentale sur tapis roulant pour déterminer leur consommation maximale d'oxygène (VO_{2max}), leur seuil ventilatoire (VT), leur vitesse maximale incrémentale et leur temps d'épuisement. Après au moins 48 heures, les sujets ont effectué un test RSA consistant en 10 sprints de 20 m entrecoupés de 20 secondes de récupération active, afin de déterminer le temps de sprint moyen (RSAmean), le meilleur temps de sprint (RSAbest) et l'indice de fatigue (FI).

Résultats :

La présente étude indique que la capacité de sprint répété en utilisant un protocole de test de terrain de 10×20 m avec un départ toutes les 20 s chez les joueurs de volley-ball est étroitement liée à l'aptitude aérobie. En conclusion, les variables physiologiques liées à l'aptitude aérobie, telles que la VO_{2max} et la VT, contribuent de manière importante à la performance lors d'efforts de sprint répétés, ce qui suggère que les pratiques d'entraînement visant à développer les composantes aérobies peuvent également améliorer le RSA. (Korkmaz Eryilmaz Selcen & Kaynak Kerimhan, 2019)

Etude de Rey Ezéquier (2019) : Effets de différentes fréquences d'entraînement au sprint répété chez les jeunes joueurs de football

27 jeunes joueurs de football (âge : $12,29 \pm 0,47$ ans ; taille : $158,35 \pm 10,86$ cm ; poids : $45,08 \pm 8,05$ kg) ont été répartis au hasard entre les groupes RSA2D (n=14) et RSA1D (n=13). Les joueurs ont suivi le même entraînement RSA pendant 6 semaines, et seule la fréquence d'entraînement différait entre les groupes. Avant et après la période d'entraînement, les sprints sur 5 m, 10 m et 20 m ainsi que le test RSA ont été évalués.

Résultats :

Pour les entraîneurs et les professionnels de la force et du conditionnement, il est nécessaire de connaître la fréquence hebdomadaire optimale de l'entraînement à l'RSA afin d'améliorer ou de maintenir la performance physique des joueurs de football. Nos données suggèrent que l'entraînement à l'ASR une fois par semaine pendant la période de la saison peut fournir un stimulus d'entraînement suffisant pour augmenter la performance du sprint sur 20 m et l'ASR chez les jeunes joueurs de football, en supposant un volume d'entraînement suffisant. Les présents résultats ont d'importantes implications pratiques et fournissent des preuves supplémentaires que l'exposition à une seule séance hebdomadaire d'entraînement à l'ASR peut induire d'importants changements de performance physique chez les jeunes joueurs de football et peut être mise en œuvre de manière pratique pendant les calendriers encombrés des compétitions de football, qui impliquent des séances d'entraînement limitées, ou pendant les périodes où l'accent doit être mis sur d'autres qualités. (Rey Ezequiel & Al, 2019)

Etude de Suhana & Al (2019) : Relationship Between Agility and Power to Single-Sprint Performance and Repeated-Sprint Ability.

30 joueurs de football, âgés de 19 à 25 ans, ont participé à cette étude. Quatre tests ont été effectués : T-test, test de saut vertical, test de sprint sur 30 m et test de sprint Bangsbo.

Résultats :

Les résultats montrent qu'il existe une corrélation significative entre l'agilité et la performance sur une seule course. Il existe également une corrélation significative entre l'agilité et la capacité à effectuer des sprints répétés. Cette

étude a également révélé une corrélation entre la puissance et la performance sur une seule course, et entre la puissance et l'aptitude à la course répétée. (Suhana & Al, 2019)

Etude de Brini Seifeddine & Al (2020) : Effets d'un programme d'entraînement de 12 semaines aux sprints avec changement de direction sur certains paramètres physiques et physiologiques chez des joueurs de basket-ball professionnels.

16 basketteurs professionnels ont été répartis au hasard entre un groupe d'intervention (INT = 8) et un groupe de contrôle anactif (CON = 8). Le groupe INT a suivi un programme d'entraînement au sprint CoD de 12 semaines, à raison de deux séances par semaine, tandis que le groupe CON a poursuivi son entraînement habituel. Le volume d'entraînement était similaire entre les groupes. Avant et après l'intervention, les deux groupes ont été évalués pour le test de capacité de sprint répété avec CoD, le test de squat jump (SJ) et de countermovement jump (CMJ), le test de saut en cinq temps (FJT) et le test T de changement de direction. Des échantillons de sang ont été prélevés avant le début du protocole expérimental,

Résultats :

12 semaines d'entraînement au sprint CoD à raison de deux séances par semaine ont permis d'améliorer de manière significative le CoD chez les joueurs de basket-ball professionnels. En outre, nos résultats ont révélé que l'entraînement CoD n'était pas plus efficace que l'entraînement régulier pour améliorer les performances aérobies. Après l'entraînement CoD, les performances de saut ont diminué. Cependant, le rapport T/C indique que les besoins physiologiques associés à l'INT sont bien équilibrés. (Brini Seifeddine & Al, Effects of a 12-Week Change-of-Direction Sprints Training

Program on Selected Physical and Physiological Parameters in Professional Basketball Male Players. , 2020)

Etude de Kraken Ivan & Al (2020) : Effets de l'entraînement pliométrique et de l'entraînement répété à la vitesse sur la performance physique.

L'étude a été menée sur 41 sujets répartis en deux groupes expérimentaux (entraînement plyométrique/sprint répété). Avant et après le programme d'entraînement, les sujets ont été soumis à des procédures de diagnostic comprenant des protocoles de test standard.

Résultats :

Une différence statistiquement significative a été trouvée dans la variable saut en contre-mouvement dans le groupe qui a effectué un entraînement plyométrique (8,35%). Dans le groupe ayant suivi l'entraînement de sprints répétés en ligne droite, cette progression a été plus faible (2,21%). Après le processus avec le groupe d'entraînement pliométrique, des valeurs inchangées ont été enregistrées à 5 et 10 m, tandis que sur la section de 25 m, la tendance de développement a indiqué des effets positifs des traitements, bien qu'ils ne soient pas statistiquement significatifs (0,27%). Le traitement des sprints répétés en ligne droite a permis d'améliorer les résultats des mesures finales à 5, 10 et 25 m de 0,89 %, 1,07 % et 1,35 %, respectivement. (Kraken Ivan & Al, 2020)

Etude de Brechbuhl Cyril & Al (2020) : Sur l'utilisation de l'entraînement par sprints répétées en hypoxie dans le tennis.

Pour Examiner les réponses physiologiques et techniques à l'entraînement répété en hypoxie normobare à 3 000 m (RSH, n = 11) ou en normoxie (RSN, n = 11).

En plus de leur entraînement habituel, les groupes RSH et RSN ont effectué cinq séances de sprint répétées spécifiques au tennis ($4 \times 5 \times \sim 8$ s de sprint maximal avec ~ 22 s de récupération passive et ~ 5 min de repos entre les séries) sur une période de 12 jours. Avant (Pre), la semaine suivante (Post-1) et 3 semaines après Post-1 (Post-2), la performance physique/technique pendant le Test to Exhaustion Specific to Tennis (TEST), la capacité de sprint répété (RSA) ($8 \times \sim 20$ m course navette - départ toutes les 20 s) et la variabilité de la fréquence cardiaque (VFC) ont été évaluées.

Résultats :

Cinq séances de RSH sur 12 jours constituent une stratégie efficace pour provoquer des améliorations immédiates plus importantes des performances anaérobies, aérobie et techniques spécifiques au tennis par rapport au RSN et à un groupe témoin. En pratique, le RSH a également amélioré les performances techniques sur le court, en particulier la précision de la balle près de l'épuisement ($100\% \text{ VO}_{2\text{max}}$). En outre, les marqueurs de la modulation autonome sont restés largement inchangés dans les conditions de la présente étude. Le fait que la plupart des gains susmentionnés soient maintenus pendant au moins 4 semaines dans le groupe RSH est également unique. (Brecht Cyril & Al, On the Use of the Repeated-Sprint Training in Hypoxia in Tennis. , 2020)

Etude de gantois Petrus & Al (2022) : Effets à court terme de l'entraînement par sprint répété sur la capacité de saut vertical et la

condition physique aérobie chez les joueurs de volley-ball universitaires pendant la pré-saison.

19 joueurs de volley-ball, âgés de 18 à 24 ans, ont été répartis au hasard entre le groupe RST (RST ; n = 10) et le groupe de contrôle (CG ; n = 9). Le RST comprenait 2 à 3 séries de sprints de 6x30m, deux fois par semaine, en plus de l'entraînement habituel. Le groupe de contrôle n'a effectué que les séances d'entraînement habituelles de volley-ball (c'est-à-dire principalement des exercices technico-tactiques). Tous les joueurs ont effectué un test maximal sur tapis roulant, un saut vertical en contre-mouvement (CMJ) et un test de capacité de saut vertical répété (RVJA) avant et après 6 semaines de programme d'entraînement.

Résultats :

Les principales conclusions de cette étude sont que la RST a eu un effet pratique positif "probable" à "très probable" par rapport aux séances d'entraînement de volley-ball basées sur des compétences spécifiques pour améliorer le CMJ, le VO₂max et le Vmax, malgré une charge d'entraînement interne hebdomadaire perçue similaire entre les groupes. (Gantois Petrus & Al, Short-Term Effects of Repeated-Sprint Training on Vertical Jump Ability and Aerobic Fitness in Collegiate Volleyball Players During Pre-Season, 2022)

8. Commentaires sur les études antérieures et similaires :

En examinant les études précédentes et en analysant leurs thèmes, nous avons pu constater les similitudes suivantes :

La plupart des études s'accordent sur le point que, les exercices de type RSA développent les performances en sauts et aussi les performances aérobies des athlètes et les résultats du RSA.

Les différences sont :

- Le type de discipline (sport).
- Les tests physiques utilisés.
- La taille et la qualité de l'échantillon.

Méthode, Population et Echantillon :

Population :

La population de notre étude était constituée de 30 judokas licenciés au sein du club JSMJ Jijel.

Cette étude s'est déroulée au cours de l'année sportive : 2021-2022

Les tests et les programmes d'entraînement se déroulent durant les mois de février et mars de la même saison.

Méthode :

On a utilisé la méthode intentionnelle pour choisir les 20 judokas constituant l'échantillon de cette étude.

Echantillon :

Âgés de $19,5 \pm 1,26$ ans et pesants $65,7 \pm 7,5$ Kg, 20 judokas ont pris part à cette étude, tous les sujets sont des athlètes du club JSMJ (Jeunesse Sportive Madinat Jijel), et sont de niveau national.

On a utilisé la méthode expérimentale sur ces 20 athlètes qui se composent de 10 judokas pour le groupe expérimentale et 10 judokas pour le groupe control.

Le poids des athlètes a été mesuré avec une balance impédance-mètre de type « innoHaus body fat analyzer scale bmi ».

Les tests sont repartis en deux jours :

Le premier jour : Sargent test, après 15 minutes, CMJ test, RSA.

Le deuxième jour : test Cooper, 45 minutes après, le test de Luc-Léger

Après avoir fait la batterie de tests physiques, le groupe va suivre un programme d'entraînement par méthode RSA pendant 5 semaines 2 fois par semaine, totalisant 10 séances d'entraînement RSA.

Le programme d'entraînement comporte des séances de sprints répétés commençant par 2 blocs de 6 séries de sprints de 20 mètres entrecoupés par 30 secondes de repos entre les séries de vitesse et 2 minutes entre les blocs.

Au fur et à mesure que le programme continue et que les athlètes s'adaptent à l'effort, on aura à la cinquième semaine un entraînement qui comporte 2 blocs de 10 séries de 20 en addition de 2 blocs de 10 séries de 30 mètres avec des temps de repos de 18 secondes et 25 secondes entre les séries respectivement et 2 minutes de repos entre les blocs.

9. Structure de l'étude :

Cette thèse est structurée en trois parties :

La partie théorique : revue de la littérature

Cette première partie expose le cadre théorique de la thèse et est divisée en trois chapitres qui sont :

Les exigences modernes du judo, la puissance musculaire en judo, la méthode RSA et l'endurance en judo.

Chapitre 01 : les exigences modernes du judo

Ce chapitre a couvert la définition du judo, méthodes d'entraînement en judo, les qualités physiques et physiologiques du judoka, facteurs de performance propres au judoka, les tests physiques en judo.

Chapitre 02 : la puissance musculaire en judo

Ce chapitre a couvert la définition de la puissance en judo, les facteurs affectant la puissance, entraînement de la puissance maximale, tests spécifique de force et de puissance.

Chapitre 03 : la méthode RSA et l'endurance en judo

Ce chapitre a couvert la définition de l'endurance en judo, les déterminants de l'endurance, définition du RSA, l'indice de fatigue, la physiologie des sprints répétés, les différents tests physiques d'endurance et RSA.

Partie pratique : études expérimentales

Cette partie expose le cadre pratique de la thèse tel que les procédures expérimentales et les analyses statistiques et est divisée en 2 chapitres :

Chapitre 04 : méthodologie et Procédures expérimentales

Ce chapitre à couvert la, méthode, population et Echantillon, l'étude expérimentale, les moyens pédagogiques, les tests biométriques.

Et les tests physiques : Test Cooper, Test navette de Luc-léger, Test saut vertical de Sargent, Countermovement jump test, RSA (repeated sprint ability) test.

Chapitre 05 : Analyses statistiques et interprétation des résultats

Ce chapitre à couvert les procédures statistiques, la vérification des hypothèses de l'étude (vérification de l'hypothèse 01, 02, 03), discussion, conclusion, les limites de l'étude et les pistes de recherche.

Partie

théorique :

revue de la

littérature

Chapitre 01 :

Les

exigences

modernes

du judo

1. Définition du judo

Le judo est un art martial populaire qui a été inventé vers 1882 par le Dr Jigori Kano. C'est un sport qui exige une grande discipline, à la fois physique et mentale, car c'est un sport assez dynamique. Les techniques de judo impliquent une position debout et permettent aux judokas de soulever et de projeter leurs adversaires sur le dos. Il existe également des techniques au sol qui permettent à un judoka d'immobiliser son adversaire, de le contrôler dans ses mouvements et d'utiliser une variété de prises d'étranglement ou de clés articulaires qui conduisent finalement à la soumission. (McCall Jeff, 2015)

Il s'agit d'un sport de combat de préhension dont le but est de dominer l'adversaire en effectuant une action décisive (ippon ou avoir l'avantage le plus fort) par projection, immobilisation au sol ou soumission de l'adversaire. (Martins Anthony, 2013)

Le judo est un sport techniquement et tactiquement exigeant, impliquant plusieurs efforts intermittents de haute intensité, intercedés par de courtes périodes de repos (Autunes & Al, 2022)

le combat se termine lorsque l'un des adversaires marque avec une technique décisive (ippon), marque plus de points (waza-ari) en quatre minutes du temps réglementaire ou grâce à un golden score dans le temps supplémentaire. (Chalouche Mouatez Billah & Al, 2022)

Ou le contrôler sur son dos pendant le travail au sol (Franchini & Al, Physical Fitness and Anthropometrical Profile of the Brazilian Male Judo Team., 2007)

L'objectif n'est pas d'imposer sa volonté par la démonstration de force, mais plutôt d'utiliser l'énergie de l'adversaire à son avantage.

Les sports de combat dits « de préhension » impliquent de saisir le corps ou l'équipement de l'adversaire afin d'agir sur lui et de le déséquilibrer ou le déplacer selon des techniques codifiées, dans le but de gagner l'affrontement. Dans ces disciplines, la proximité entre les deux combattants est maximale, car le contact physique est essentiel à l'exécution des mouvements. Certaines de ces pratiques requièrent un équipement spécifique, tel qu'une tenue adaptée à la saisie, ce qui les rend instrumentées.

Dans les sports de combat, et en particulier en judo, il n'existe pas de véritable partenaire de jeu : l'adversaire constitue la seule variable d'incertitude, dans un environnement de combat stable. Les aléas de l'opposition proviennent donc exclusivement de ses actions et réactions. L'enjeu pour le judoka, dans le cadre des règles établies et à travers la médiation de la préhension du judogi, est d'analyser les intentions de son adversaire – qui mobilise lui aussi un système d'actions motrices – et d'y répondre de manière pertinente, en utilisant ce même système pour prendre l'avantage. Il s'agit ainsi non seulement de s'adapter, mais également de générer de l'incertitude pour l'opposant.

Aujourd'hui, le judo est devenu une discipline sportive à portée mondiale. Lors des Jeux Olympiques de Tokyo en 2021, 128 nations issues des cinq continents étaient représentées, et 24 d'entre elles ont décroché au moins une médaille. Un nouveau record de participation a été établi lors des Championnats du monde à Tokyo en 2019, avec 149 pays présents. (Hilpron Michael, 2021)

2. Judo en algérie

Le judo a débuté pour la première fois en Algérie à Alger en 1945 avec l'ouverture du Club de Judo d'Alger rue Borely la Sapie avec Aimé Etienne comme professeur, 1er Kyu, et Roger Piquemal comme directeur technique,

2ème Dan. Le club se déplaça ensuite à la rue Michelet, plus tard en 1948 au Chemin Yusuf, à côté de la station de tramway, avec Henri Monducci comme commandant, alors ceinture bleue. (Chelghoum Hichem, 2012)

3. Les évolutions réglementaires en judo

Avec les évolutions règlementaires, les zones de saisie ainsi que les techniques autorisées ou interdites ont connu des modifications. Par exemple, la saisie du pantalon de l'adversaire, autrefois autorisée, est interdite depuis 2008. Cette modification a entraîné, de fait, l'interdiction de certaines techniques de projection comme le sukui-nage, pourtant initialement présent dans le Gokyo établi par Jigoro Kano. Il n'est pas nécessaire ici de dresser une liste exhaustive des actions interdites, mais celles-ci peuvent être regroupées en deux grandes catégories. La première concerne les fautes mineures, qui visent à orienter les judokas vers des formes de pratique spécifiques. Selon la direction qu'elle souhaite donner à la discipline, la fédération internationale peut ajuster certains aspects du règlement, influençant ainsi les possibilités techniques des pratiquants. La notion de « non-combativité » illustre bien cette dynamique : son existence encourage les combattants à adopter une attitude plus offensive. La plupart de ces fautes mineures sont sanctionnées par un Shido.

La seconde catégorie regroupe les fautes graves, celles qui compromettent l'intégrité physique des combattants ou reflètent un comportement antisportif, voire contraire à l'éthique. Tous les sports de combat intègrent ce type de règles, dont la finalité première est d'assurer la sécurité des pratiquants. Cela illustre comment le processus de sportivisation a permis de passer d'une logique de confrontation potentiellement dangereuse à une pratique codifiée, encadrée et orientée vers le respect de l'intégrité physique et morale des participants.

« de combats dans lesquels, a priori, « tous les moyens sont bons » et donc « tous les coups sont permis », à des combats où certains gestes sont interdits, parce que potentiellement meurtriers. » (Hilpron Michael, 2021)

En judo, la durée des combats est strictement définie par le règlement et a évolué au fil des différentes réformes. Actuellement, elle est fixée à quatre minutes. Ce temps imparti permet, en l'absence d'un ippon décisif, de désigner un vainqueur en fonction du nombre de points obtenus. Si aucune différence ne peut être établie à la fin du temps réglementaire, deux options sont possibles : soit le vainqueur est déterminé par décision arbitrale, soit un temps supplémentaire « appelé golden score » est accordé afin de départager les deux combattants. C'est ce second dispositif qui est aujourd'hui en vigueur.

Si la durée des combats est strictement encadrée, l'espace de combat l'est également. Celui-ci prend la forme d'une surface carrée, délimitée visuellement par la couleur des tapis. C'est dans cette zone que les judokas doivent évoluer, les actions devant y être réalisées ou, au minimum, initiées. Toute sortie de cette zone peut entraîner une sanction sous forme de faute mineure. Cette délimitation remplit une double fonction, à la fois stratégique et sécuritaire. Sur le plan de la sécurité, les tapis permettent d'amortir les chutes provoquées par les projections. Par ailleurs, les limites du tatami servent à maintenir les combattants dans un espace défini, réduisant ainsi les risques de collisions avec d'autres paires de judokas engagées simultanément dans des combats. Enfin, elle a une fonction stratégique car elle induit des comportements spécifiques dans les situations d'opposition. Les combattants peuvent être amenés à jouer avec les limites, à chercher les pénalités par les sorties de zone de leur adversaire. (Hilpron Michael, 2021)

4. Analyse physiologique de la pratique de compétition

Afin de proposer un programme de préparation physique plus adéquat à la discipline, il convient d'abord d'analyser précisément l'activité de l'athlète en compétition.

les combats officiels consistent en des séquences de 20 à 30 secondes de travail avec 5 à 10 secondes de repos. ils durent de quelques secondes à quelques minutes. (Uchoa Fabio & Al, 2021)

- Une première minute avec peu d'attaques, mais une bonne efficacité (ratio nombre d'avantages marqués par attaque 1,71)
- Une deuxième minute avec une hausse du nombre d'attaques et une très bonne efficacité (ratio nombre d'avantages marqués par attaque 1,75)
- Une troisième minute avec un nombre maximum d'attaques, mais une très faible efficacité (ratio nombre d'avantages marqués par attaque 1,20)
- Une quatrième minute avec une diminution du nombre d'attaques, et une diminution de leur efficacité (ratio nombre d'avantages marqués par attaque 1,07)
- Une cinquième minute avec une légère augmentation du nombre d'attaques et une amélioration de leur efficacité (ratio nombre d'avantages marqués par attaque 1,46) (Sterkowicz & Maslej, 1999)

Pendant les deux premières minutes, les combattants étant relativement peu fatigués, les attaques sont efficaces et un grand nombre d'avantages sont marqués. A la troisième et à la quatrième minutes, alors qu'ils y a un cumul de fatigue, le nombre d'attaques ne baisse pas (il est même maximum à la troisième minute), mais leur efficacité chute considérablement. Enfin, à la cinquième minute il y a un maintien du nombre d'attaques associé à une amélioration de leur efficacité, sans doute pour essayer d'inverser l'issue du

combat. Cependant, il faut aussi tenir compte du profil énergétique des sportifs.

Lors d'efforts maximaux et intenses, les processus anaérobies seront largement impliqués, pour supporter toute la durée des combats, le processus aérobie sera prépondérant en privilégiant la répétition des efforts maximaux et une meilleure récupération lors des séquences de faible intensité ou temps d'arrêt. (Paillard Thierry, 2014)

Pour être efficaces, les techniques de judo doivent être appliquées avec précision, dans une bonne « fenêtre d'opportunité », avec force, vitesse et puissance. Cette courte poussée d'énergie est fournie principalement par le métabolisme anaérobie. En revanche, le maintien du travail intermittent effectué pendant un match, ainsi que le processus de récupération pendant les intervalles courts, sont principalement soutenus par le métabolisme aérobie. De plus, le métabolisme aérobie est particulièrement important pour une récupération efficace entre les matchs. (Franchini Emersson & Al, 2011)

5. Les différents profils physiologiques chez les judokas

En effet, Gariod et al. (1995) ont montré, à partir d'observations vidéo, chez seize judokas d'une vingtaine d'années, qu'il existait deux grandes stratégies de combattants : l'une correspondant à un profil « endurant » gagnant des combats plutôt en fin d'assaut, et l'autre à un profil « explosif » gagnant le plus souvent en début d'assaut. (Gariod L & Al, 1995)

Les judokas au profil « endurant » privilégieront la multiplication des actions sans nécessairement chercher à toujours marquer des points décisifs, mais plutôt dans le but d'épuiser de l'adversaire, alors que les judokas à profil « explosif » viseront à déclencher moins d'attaques, mais à toujours chercher à chaque fois de marquer des points décisifs. Ces données sont essentielles pour

la programmation de l'entraînement physique des judokas. (Martins Anthony, 2013)

Selon le niveau de fatigue généré, les réponses physiologiques — telles que la fréquence cardiaque, la concentration en lactate ou encore la difficulté perçue pendant la récupération — variaient. Pourtant, malgré ces différences, le rythme du combat (incluant la fréquence et la durée des attaques, des feintes, du travail au sol, etc.) restait globalement stable, quelle que soit la condition de fatigue. Par ailleurs, une autre étude menée lors de simulations de combats de judo a révélé, chez des judokas expérimentés, une diminution de la puissance des membres supérieurs ainsi qu'une augmentation des dommages musculaires. (Terret Cédric, 2021)

6. Méthodes pour gagner en judo

le judo, en tant que sport de combat, repose sur un système de score pour déterminer la victoire. Toutefois, à l'image du KO en boxe ou du tombé en lutte, il existe un objectif ultime permettant de remporter instantanément le combat : le Ippon. En judo, cette action revêt une dimension symbolique forte. Dans l'imaginaire collectif, elle représente la « mort symbolique » de l'adversaire, synonyme de victoire totale. Mais au-delà de cette symbolique, le Ippon est également la sanction de l'efficacité, de la précision et de la maîtrise technique. Littéralement traduit par « un point », il est attribué lorsqu'une technique regroupe plusieurs critères : contrôle, vitesse, puissance et projection de l'adversaire sur le dos avec netteté.

Tous les critères de validation. Il peut s'obtenir de cinq manières :

- Debout, par projection de l'adversaire au sol sur le dos avec force, vitesse et Contrôle.
- Au sol, par immobilisation de l'adversaire sur le dos durant un temps Règlementaire.

- Au sol, par abandon de l'adversaire suite à une technique de soumission qui peut être une clé de coude ou un étranglement.
- Par un cumul de valeurs inférieures au « Ippon » mais dont la somme engendre un « Ippon »
- Par disqualification de l'adversaire.

En conséquence, une analyse en situation écologique devra nécessairement s'opérer dans un contexte dans lequel les combattants doivent avoir pour objectif :

- Soit debout de projeter leur adversaire sur le dos.
- Soit au sol de l'immobiliser ou de le soumettre.

(Lachaine Gilles, 2017)

6.1. Techniques de projection (nage-waza)

La projection pour ippon est une façon de gagner un combat en restant debout (tachi-waza), ou en sacrifiant son propre équilibre (sutemi-waza). En outre, des scores sont attribués pour les projections dans lesquelles les critères d'ippon ne sont pas entièrement remplis. La plus petite note est waza-ari. Le waza-ari est attribué si l'un des éléments requis pour un ippon, à savoir l'impact sur le dos, la force ou la vitesse, est manquant. La réalisation de deux waza-ari équivaut à un ippon et à la fin du combat.

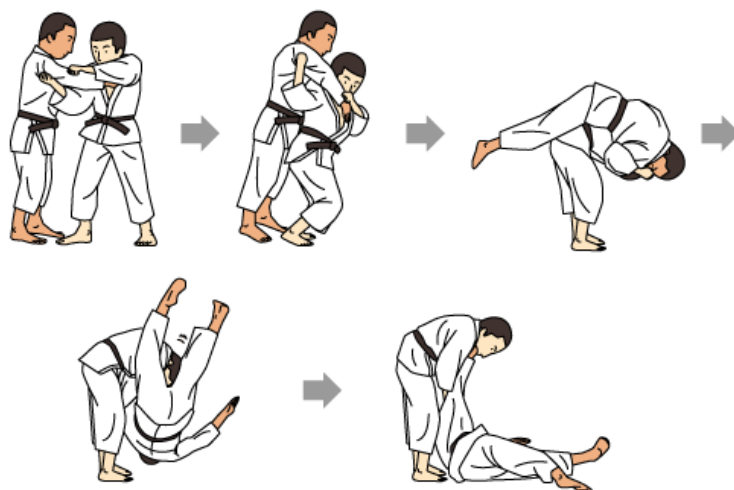


Figure 1 : représente une technique de projection (ippon seoi nage)

6.2. Techniques d'immobilisation (osaekomi-waza)

En dehors des techniques de projection qui peuvent être utilisées pour remporter un combat, il existe de nombreuses techniques de saisie (katame-waza) qui peuvent être appliquées pour remporter la victoire. La première est l'immobilisation, qui consiste à maintenir l'adversaire sur le dos, en l'absence de tout accrochage de jambe, pendant une période de temps au cours de laquelle il ne peut pas s'échapper. Pour marquer ippon, la période est de vingt secondes, waza-ari de dix secondes. Comme pour les techniques de projection, si vous marquez deux waza-ari, cela équivaut à ippon.



Figure 2 : représente une technique d'immobilisation (kami shiho gatame)

6.3. Techniques d'étranglement (shime-waza)

L'application d'une pression sur le cou d'un adversaire afin d'obtenir une soumission ou jusqu'à ce qu'il perde connaissance est une méthode supplémentaire pour gagner au judo.



Figure 3 : représente une technique d'étranglement

6.4. clés de bras (kansetsu-waza)

La dernière méthode de victoire en judo est la clé de bras, qui consiste à appliquer une pression sur l'articulation du coude pour forcer la soumission de l'adversaire. Les clés de bras réussies entraînent un ippon et une victoire pure et simple. (Burns Andy & Al, 2017)



Figure 4 : représente une technique de clés de bras (juji-gatame)

7. Méthodes d'entraînement en judo

L'entraînement peut être assimilé à un processus d'actions complexes et variées dont le but est d'agir de façon méthodique et adaptée sur le développement de la performance sportive.

Les contenus d'entraînement pertinents sont ceux qui constituent des charges de travail optimales susceptibles d'induire les plus importantes des adaptations sur les plans quantitatif et qualitatif. Ils sont déterminés en fonction des exigences de l'activité et du profil du judoka selon un planning imposé par l'échéance principale. L'objectif ultime le jour de la compétition majeure. Tous les exercices qui développent les différentes qualités sportives sont connus de tous les entraîneurs. Cependant, c'est la pertinence de l'agencement des différents exercices qui détermine l'efficacité de l'entraînement.

7.1. Randori :

Duchateau (1992) a déclaré à ce sujet : « On ne peut pas faire que de la compétition car on exploserait ». c'est un combat d'entraînement libre permettant de cerner ses progrès. On retrouve souvent une nouvelle forme de désyncrétisation chronologique dans la succession de randori au sol et de randori debout. Cette séparation peut servir à conforter des apprentissages ou encore à parachever une mise en condition pour le combat debout. (Paillard Thierry, 2014)

Le « randori », signifie « saisies sans convention » et est selon lui « l'exercice aujourd'hui le plus pratiqué en judo » Il est défini dans le Charte du judo

français comme « la rencontre de deux judokas dans une confrontation dont la victoire ou la défaite n'est pas l'enjeu. Il est pratiqué dans une perspective de progression ». Il s'agit en somme d'un combat d'entraînement, et c'est dans cet esprit que le proposait Jigoro Kano dans sa méthode. Le « randori » permet de travailler avec de l'incertitude durant les entraînements, ce que confirme le Maître : « durant le randori, personne ne peut deviner ce que son adversaire va faire ; ainsi chacun doit être prêt à faire face à une attaque soudaine de l'adversaire ». (Hilpron Michael, 2021)

Le Randori peut être pratiqué soit comme un entraînement aux méthodes d'attaque et de défense, soit comme un renforcement musculaire. Dans les deux cas, tous les mouvements sont effectués en conformité avec le principe de l'efficacité maximale. Si l'objectif est l'entraînement à l'attaque et à la défense, il suffit de se concentrer sur l'exécution correcte des techniques. Mais au-delà, le randori est idéal pour la culture physique, car il implique tous les groupes musculaires. (Kano Jigoro, 1986)

7.2. Kakari-geiko :

Pendant une période donnée, un combattant est désigné comme attaquant ou défenseur. Cet exercice permet de développer un nouvel aspect du contrat tacite portant sur les comportements offensifs et défensifs.

7.3. Yaku-soku-geiko :

Vous êtes soit un attaquant, soit un défenseur, mais dans les deux cas, votre esprit doit être tourné vers l'attaque et non vers la défense. c'est un exercice dynamique puisque les déplacements sont libres et que chacun peut attaquer à sa guise. Ce dernier met l'accent sur la notion d'opportunité qu'elle soit choisie ou tributaire de la réaction adverse. L'objectif essentiel est la recherche d'une certaine image de la force associée à une maîtrise technique. On perfectionne tant ses attaques que ses chutes dans l'action libre.

7.4. Nagekomi :

Tori projette un ou plusieurs adversaires à la suite, aussi vite et aussi fort que possible.

7.5. Uchikomi :

Tori répète la même attaque en série afin de s'habituer à déstabiliser son partenaire par des mouvements rapides, mais sans projection. (Janicot & Pouillart, 1997)

L'Uchikomi est un exercice technique qui est exécuté de manière répétée ou continue. Il permet d'entraîner des composantes physiques qui combinent deux composantes physiques à la fois, à savoir la force et la vitesse, souvent appelées « puissance ». (Ningrum Utari & Al, 2024)

7.6. Shiaï

Le Shiaï peut être défini comme un assaut d'art martial codifié par des règles sportives. La charte du judo français le décrit comme « la rencontre entre deux judokas dont la victoire ou la défaite constitue l'enjeu. Il se pratique selon des règles prédéfinies permettant de désigner le vainqueur ». Cette définition s'applique notamment aux combats réalisés en contexte compétitif. La charte souligne également que le Shiaï représente une épreuve de vérité : un affrontement mutuel qui met à l'épreuve les dimensions techniques, physiques et mentales des combattants. (Hilpron Michael, 2021)

En ce qui concerne le surentraînement, des études ont mis en évidence différentes réponses physiologiques et de performance chez des judokas de haut niveau soumis à une telle période. Bien que six semaines de surentraînement aient entraîné une diminution de certaines capacités, notamment une baisse de performance sur un test de 3 × 300 mètres ou une réduction de la puissance des membres inférieurs, aucun symptôme clinique

de surentraînement n'a été observé. Cette observation souligne la complexité multifactorielle du phénomène : le surentraînement ne peut être expliqué par un seul indicateur, mais résulte plutôt d'un ensemble de facteurs physiologiques, psychologiques et contextuels. Le lactate est l'un des marqueurs physiologiques les plus largement mesurés comme indicateur de la charge interne. Les systèmes portables et l'utilisation d'échantillons prélevés par piqûre digitale ont accru le recours à cette mesure. Il existe encore des difficultés pour recueillir des échantillons réguliers pour les athlètes pendant l'exercice afin de permettre un suivi précis et de possibles orientations des entraînements.

Il a été observé qu'une augmentation de 158 % de la noradrénaline et de 673 % de l'adrénaline chez quatre judokas participant à une compétition internationale. La libération de catécholamines au cours des combats de judo joue un rôle clé dans l'augmentation de la disponibilité des glucides, un substrat énergétique essentiel à la performance. Par ailleurs, des études ont montré que la concentration de noradrénaline était significativement plus élevée la veille d'une compétition que celle mesurée avant une simple séance d'entraînement. Ce constat souligne l'influence du stress émotionnel lié à l'enjeu compétitif, qui stimule davantage la réponse hormonale, en particulier celle des catécholamines. Les concentrations salivaires de cortisol et de testostérone ont été mesurées le matin avant la pesée, 1h30 avant la compétition et comparées aux valeurs de repos pendant la saison. Pour la concentration de cortisol, les valeurs avant la compétition étaient plus élevées par rapport à celles de repos. En ce qui concerne la concentration de testostérone, aucune différence significative n'a été observée entre les différents points dans le temps. Ces résultats suggèrent que le cortisol est lié au stress associé à la compétition. (Terret Cédric, 2021)

8. Les qualités physiques et physiologiques du judoka

Les membres supérieurs et inférieurs sont extrêmement sollicités, en particulier lors des mouvements de traction et de poussée pour maintenir la prise sur le judogi (veste spécifique au judo) pour les attaques suivantes. En outre, la demande neuromusculaire est élevée pour exécuter les techniques de projection, ainsi que pour maintenir le contrôle du corps de l'adversaire sur le travail au sol. (Kons Rafael L & AL, 2020)

Les tests physiologiques sont couramment utilisés pour évaluer le niveau de condition physique global des athlètes et pour établir et planifier des entraînements individualisés. Certaines variables anthropométriques et de condition physique sont considérées comme des conditions requises pour une haute performance en compétition de judo. (Franchini & Al, Physical Fitness and Anthropometrical Profile of the Brazilian Male Judo Team., 2007)

8.1. L'endurance :

Endurance aérobie : est la fraction ou le pourcentage de VO_{2max} ou de la P.A.M ou encore de la vitesse aérobie maximale (V.A.M) susceptible d'être maintenu au cours d'une épreuve d'une durée donnée.

E.A est aussi la durée d'une activité susceptible d'être maintenue à un pourcentage donné de VO_{2max} , de la P.A.M ou de la V.A.M.

Dans les deux cas, la détermination de l'endurance aérobie nécessite une connaissance préalable de la puissance aérobie maximale ou la vitesse aérobie maximale.

Endurance sportive : faculté à maintenir l'intensité d'actions musculaires optimales durant un temps défini ou un objectif fixé, exceptionnellement, le temps est indéterminé.

L'endurance est multifactorielle et liée à la capacité de l'organisme de renouveler le plus rapidement possible l'énergie qu'il dépense. C'est cet

aspect qui est véritablement essentiel. En effet les études cherchent une plus grande exploitation de l'énergie (rendement, efficience). (Didier Reiss & Pascal Prévost, 2013)

Endurance spécifique en judo :

Dans une discipline comme le judo, qui repose sur des efforts brefs et intenses, le développement des capacités d'endurance permet de répéter ces efforts sans diminution de l'intensité. En outre, l'endurance contribue à améliorer le système tampon du judoka : en effet, lors d'efforts puissants, la dégradation des glucides produit des déchets métaboliques qu'il est nécessaire d'éliminer ou de neutraliser pour éviter une baisse de performance. Enfin, un bon niveau d'endurance favorise la récupération, un aspect essentiel dans la gestion de l'effort en compétition comme à l'entraînement. (Paillard Thierry, 2014)

8.2. La force :

Capacité du muscle à produire une tension (interne) suite à un stimulus nerveux exprimée en comparaison à un segment du corps et/ou à une charge supplémentaire (externe).

La tension musculaire est donc influencée par plusieurs paramètres :

- Nerveux : stimulation et coordination des unités motrices.
 - Musculo-tendineux : génération et transmission de la tension.
 - Hormonal : apport en énergie, croissance et multiplication cellulaire.
 - Ostéo-ligamentaire : interaction interne et externe (jonctions musculo-tendineuses et ostéo-tendineuses, impact de la gravité sur le squelette).
- (Didier Reiss & Pascal Prévost, 2013)

La force en judo

Tout mouvement implique le déploiement d'une force. Dans le cadre du judo, la chute d'un judoka résulte de l'interaction complexe entre les forces générées ou subies par les deux combattants. La force peut être définie comme la capacité du système neuromusculaire d'un judoka à résister ou à surmonter la résistance de l'adversaire, qu'il s'agisse de sa masse corporelle ou de la force musculaire qu'il exerce. Pour être performant, un judoka doit idéalement allier force, vitesse et résistance à la fatigue. À ce titre, l'entraînement en musculation joue un rôle essentiel, car il permet de développer ces trois composantes fondamentales de la performance. (Paillard Thierry, 2014)

8.3. La force de préhension des judokas :

La force de préhension est la force maximale exercée lorsqu'une personne serre volontairement ses doigts l'un contre l'autre, généralement mesurée dans des conditions standard avec une amplitude de mouvement normale. Il s'agit de l'une des méthodes cliniques les plus précises pour évaluer la force et elle est considérée comme un indicateur important de l'état de santé général. En outre, elle est efficace pour évaluer la force musculaire des membres supérieurs, servant de prédicteur utile de la force et de l'endurance musculaires. (Rahman MD & Sharma JP, 2023)

Les saisies permettent au judoka d'agir avec ses mains sur le judogi de l'adversaire. Elles sont essentielles pour initier le déplacement, le déséquilibre et, in fine, la projection. À travers le judogi, qui agit comme un instrument de médiation, le judo se distingue d'autres sports de préhension comme la lutte libre, où les saisies s'effectuent directement sur le corps.

Cependant, le kumi-kata ne se limite pas à la simple saisie du tissu. Il englobe un ensemble de phases techniques, incluant l'approche, l'accroche (grappling), la mise en place des mains, la garde (coordination des bras, du

tronc et des appuis), ainsi que les actions qui en découlent : déséquilibrer, attaquer ou contrôler l'adversaire.

D'un point de vue physiologique, ce sont principalement les muscles des avant-bras, des bras et des épaules qui sont sollicités, avec une mention particulière pour les muscles de l'avant-bras, qui se tétanisent rapidement lors des combats. La difficulté réside dans le fait qu'il ne s'agit pas simplement de passer d'un état de relâchement à un effort explosif, mais bien de produire une explosivité efficace alors même que ces groupes musculaires sont déjà engagés dans une activité intense et continue. (Terret Cédric, 2021)

Le kumi-kata, est une base essentielle pour le judoka. Il constitue le premier contact entre deux athlètes lors d'un combat et le support de base pour la mise en œuvre d'autres techniques. Cette technique permet de contrôler l'adversaire lors des actions défensives et offensives.

En ce sens, le kumi-kata consiste en une technique de préhension en judo, dans laquelle la capacité à générer efficacement de la force à travers les mains et les doigts est cruciale. (Cherara Lalia & Al, 2022)

La dispute et la configuration du kumikata, sont des actions qui précèdent l'attaque et la façon dont elles sont exécutées peut donner à l'athlète une plus grande domination et un meilleur contrôle sur l'adversaire et augmenter les chances de marquer et de gagner le match en compétition. (Kashiwagura DB & Franchini E, 2022)

Selon l'étude de (Abdelmalek Mohamed) sur des judokas algériens de catégorie séniors (-60.60.73kg), ils ont enregistrés une valeur moyenne de (48,1+-2,44 kgf) ou de (470,7 newtons) (Mohammed AM & Al, 2014)

8.4. Masse grasseuse des judokas

Après une pesée, il est fréquent de céder à une surconsommation d'aliments et de boissons que l'on avait soigneusement restreinte jusqu'à ce moment. Ceci est contre-productif durant les premières étapes suivant la pesée et il est conseillé de ne pas trop se nourrir longtemps après la fin du tournoi, même après avoir consommé le carburant de récupération idéal.

Les deux premières heures après la pesée sont sans doute les plus déterminantes: il est essentiel de reconstituer le glycogène et de se réhydrater sans provoquer de ballonnements ni de gêne intestinale. Pour favoriser le rééquilibrage hydro-électrolytique suite à la perte de poids, une solution glucidique contenant entre 5 et 10% peut s'avérer être la méthode la plus efficace pour compenser les électrolytes perdus. Pour diverses raisons, comme les processus de la soif et l'amélioration de l'absorption intestinale, cette solution s'avère plus efficace que l'eau seule. Alors, n'oubliez pas d'apporter une de ces boissons avec vous dès votre sortie de la balance.

Cette option s'avère plus performante que l'eau seule pour diverses raisons, y compris les processus de la soif et l'amélioration de l'absorption intestinale. Alors, n'oubliez pas d'apporter une de ces boissons avec vous dès votre sortie de la balance. (Burns Andy & Al, 2017)

La composition corporelle est la proportion de tissus adipeux, musculaires et osseux dans la masse corporelle totale. Cette proportion est un meilleur indicateur de la condition physique d'un athlète que le poids corporel.

Les judokas devraient maintenir leur taux de graisse corporelle en dessous de 10 % grâce à un entraînement programmé et à une alimentation appropriée, sauf dans les catégories poids lourds et super-lourds (-100 kg et plus de 100 kg). Des études ont montré que les médaillés des Jeux olympiques et des championnats du monde ont un taux de graisse corporelle inférieur à 10 %. (Stankovic Nemanja & Al, 2019)

Les athlètes de judo essaient généralement de maximiser leur masse musculaire et de minimiser leur graisse corporelle dans chaque catégorie de poids. On estime que le pourcentage de graisse corporelle est négativement corrélé aux performances des athlètes de judo aux tests aérobies et anaérobies. (Ait Amar Toufik, 2015)

La plupart des analyses de la composition corporelle sont basées sur l'idée que le corps est constitué de deux compartiments distincts, la masse grasse et la masse non grasse. Ainsi, la composition corporelle est souvent définie comme le rapport entre la masse grasse et la masse non grasse. Parmi les nombreuses méthodes, les plus courantes pour évaluer la graisse corporelle sont les tests anthropométriques, en particulier la mesure de l'épaisseur des plis cutanés, qui fournit une estimation du dépôt de graisse sous-cutanée, recalculée pour la graisse corporelle totale ou la densité corporelle. La détermination de la composition corporelle à partir de la mesure des plis cutanés repose sur le fait qu'une grande partie de la graisse corporelle totale est stockée directement sous la peau. (Jodhani Drashti & Al, 2020)

9. Facteurs de performance propres au judoka :

La performance du judoka dépend de facteurs qui lui sont spécifiques. Cela concerne les éléments individuels liés aux aspects biologiques, psychologiques, techniques et tactiques.

Dans le cadre d'une analyse de la performance sportive, les différents éléments qui la composent peuvent être hiérarchisés ou stratifiés. Chez le judoka, les capacités de performance reposent en grande partie sur des facteurs biologiques et physiques. Les qualités physiques (force, vitesse, endurance, coordination, etc.) constituent le socle indispensable à l'expression des autres compétences, qu'elles soient techniques, tactiques ou mentales.

Contrairement à d'autres disciplines où un haut niveau technique peut parfois compenser un déficit physique, en judo, un athlète, aussi talentueux soit-il, ne peut exceller durablement si son adversaire dispose d'un avantage physique significatif. C'est l'essence même du sport qui nécessite cela, vu qu'il s'agit d'un sport de combat (de contact). Si ce phénomène se produit, le judoka qui est dominé sur le plan physique est neutralisé. De plus, un judoka d'élite, réputé pour exceller en dehors du domaine technique, doit néanmoins disposer d'une base technique suffisamment solide pour maintenir ses opportunités de réussite lors des compétitions.

Les qualités tactiques traduisent l'intelligence pratique du judoka en situation d'opposition. Elles reflètent sa capacité d'adaptation face à un adversaire, en particulier dans des contextes techniquement ou physiquement contraignants. La tactique permet ainsi d'optimiser les ressources disponibles en fonction des circonstances du combat.

Enfin, lorsque les capacités physiques, techniques et tactiques sont équilibrées entre deux judokas, la différence se joue alors sur un dernier registre fondamental : le mental. C'est cette dimension qui permet souvent de faire la différence et de s'imposer face à un adversaire de niveau équivalent.

9.1. Facteurs biologiques

Les compétences motrices d'un judoka se manifestent à travers des aspects biomécaniques, bio-énergétiques et bio-informationnels émanant de ses attributs morphologiques, organiques et somesthésiques. Les attributs morphologiques du judoka sont liés à des facteurs anthropométriques, musculaires et graisseux.

Les facteurs anthropométriques déterminent l'indice de masse corporelle (relation poids/taille²), l'enfourchure, l'envergure, etc. Le judoka qui possède la plus grande stature, l'envergure la plus large et la plus grande portée...

bénéficie d'un avantage incontestable dans le contexte du grip, car il jouit d'une portée supérieure. Ce qui lui donne la possibilité de toucher son opposant sans se mettre en danger en s'approchant trop et de le garder à une distance agréable pour gagner du temps afin de le rejeter ou contre-attaquer en cas d'assaut. Toutefois, un judoka mésomorphe (bien charpenté) a l'avantage en termes de puissance musculaire et de rapidité d'exécution, car son centre de gravité est situé plus bas et la longueur de ses membres est réduite.

Au cours des vingt dernières années, les morphotypes extrêmes semblent s'être raréfiés au sein du haut niveau. Le profil le plus fréquemment observé est celui d'un judoka relativement grand pour sa catégorie, bénéficiant ainsi d'un avantage biomécanique dans certaines situations. Toutefois, dans le sport de haut niveau, ces tendances morphologiques évoluent rapidement.

Chaque changement réglementaire entraîne une reconfiguration des profils dominants, incitant les athlètes et les entraîneurs à s'adapter constamment pour rester compétitifs.

En effet, l'introduction de nouvelles règles d'arbitrage a un impact direct sur les styles de combat et les stratégies adoptées, provoquant ainsi un renouvellement constant de la hiérarchie entre athlètes. Au-delà de l'adaptation tactique, des facteurs morphologiques jouent également un rôle dans la performance, notamment la masse osseuse.

Cette dernière peut constituer à la fois un avantage et un inconvénient pour le judoka. D'un côté, un squelette plus dense est généralement plus résistant, ce qui représente un atout dans les chocs et les situations de déséquilibre. D'un autre côté, cette masse osseuse, non active, pèse sur la balance.

L'architecture (longueur et angle de pennation des fibres), l'histologie (pourcentage de fibres de type I et de type II) et la section du muscle (volume - section des fibres -et masse - nombre de fibres musculaires -) influencent ses

composantes mécaniques (force de contraction, amplitude de raccourcissement et viscoélasticité) et physiologiques (vitesse de contraction et résistance à la fatigue).

9.2. Facteurs techniques

Le judoka expérimenté possède une expertise technique dont les effets se manifestent à la fois sur les mouvements de l'adversaire et sur sa propre performance physique. Selon le contexte il conserve une liberté d'action, guidée par ses perceptions, ses expériences, et ses intentions. Ses décisions peuvent être planifiées à l'avance ou surgir de manière improvisée, mais elles s'appuient toujours sur un répertoire de techniques spécifiques.

Dans une situation donnée, le judoka mobilise les gestes les plus adaptés, parfois en reproduisant une action efficace déjà rencontrée dans un contexte similaire. Chaque situation de combat constitue ainsi une opportunité d'apprentissage, invitant le pratiquant à développer et affiner sa propre technique, considérée comme une réponse construite face à une problématique d'opposition.

La technique se définit comme la compréhension et l'application d'actions adaptées visant à atteindre un objectif spécifique. En judo, cela se traduit par des gestes codifiés, propres à la discipline, approuvés par le règlement, et conçus pour interagir efficacement avec l'adversaire, en particulier pour provoquer son déséquilibre.

Dans l'exercice de ses fonctions, le judoka mobilise ses compétences techniques de manière contextualisée, en adaptant ses actions aux caractéristiques de l'opposition et aux contraintes du combat. Il ne s'agit donc pas seulement d'exécuter une technique apprise, mais de savoir l'ajuster et la réinventer selon la situation, en combinant intention, timing et précision. Le judoka élabore une tactique de combat dédiée à l'exécution d'une ou plusieurs

techniques parfaitement maîtrisées (aptitude dans divers contextes), et en particulier, une technique privilégiée ou unique désignée sous le nom de < Tokui-waza > en japonais. Elle représente son atout majeur dans la confrontation. De plus, l'apprentissage d'un Tokui-waza est recommandé assez tôt dans le processus d'apprentissage du travail debout. En effet, parmi les trois niveaux de compétences établis, cet objectif technique et didactique figure dans les exercices relatifs au premier niveau (le moins avancé).

En ce qui concerne le travail debout, dans la majorité des cas, le Tokui-waza peut appartenir à la catégorie des mouvements Epaule-Bras ou Hanche-Jambe, permettre de projeter le partenaire en avant ou en arrière, s'exécuter de face ou de dos et se réaliser sur un ou deux appuis. (Paillard Thierry, 2014)

Un judoka, même s'il est le plus grand, le plus puissant et le plus rapide, peut néanmoins perdre contre un adversaire qui est physiquement moins performant mais possède une meilleure technique, tactique ou perception. Néanmoins, la possibilité d'exécuter sa technique avec force amplifie considérablement ses possibilités de réussir un ippon, ce qui fait de cette compétence un atout justifiant un investissement conséquent en matière d'entraînement. (Burns Andy & Al, 2017)

9.3. Facteurs environnementaux

Le rendement d'un athlète est lié à sa santé son bien-être et ses conditions d'entraînement. Le résultat de ces dispositions optimales nécessite (si besoin) quelques aménagements dans les différentes sphères environnementales du judoka.

9.4. Influence de l'entraîneur

Bien que le combat soit un élément essentiel au développement du judoka, un entraînement sportif optimal ne peut se fonder uniquement sur cette méthode

pour exploiter pleinement le potentiel de l'athlète. Deux raisons principales justifient cette approche.

La première est d'ordre psychologique et motivationnel : un entraînement centré exclusivement sur les combats peut entraîner un sentiment de stagnation, voire un désintérêt chez le judoka. La répétition excessive de situations compétitives peut en effet engendrer une forme d'usure mentale et physique. La seconde raison est liée à la spécificité de l'entraînement : pour progresser efficacement, il est nécessaire de cibler un facteur de performance à la fois (force, endurance, vitesse, technique, etc.)

Ceci implique que, par exemple, pour améliorer les compétences techniques du judoka, il est nécessaire de lui proposer des activités motrices qui mettent en évidence ces compétences grâce à des adaptations pédagogiques appropriées. C'est le cas pour tous les éléments de performance. De plus, la nature et l'étendue de l'impact de la formation dépendent en grande partie des connaissances et de la gestion motivationnelle effectuées par l'entraîneur.

9.5. Rôle de l'entraînement

On peut envisager l'entraînement comme un processus d'actions diverses et complexes visant à agir de manière systématique et ajustée sur l'amélioration de la performance dans le domaine sportif.

Les informations véritablement pertinentes pour l'entraînement sont celles qui permettent de définir des charges de travail optimales, capables de générer les meilleurs effets tant sur le plan quantitatif (volume, intensité) que qualitatif (maîtrise technique, coordination, etc.). Ces charges doivent être ajustées en fonction des exigences spécifiques de l'activité et du profil individuel du judoka, tout en s'inscrivant dans un calendrier structuré par l'objectif principal de la saison. (Paillard Thierry, 2014)

10. Les tests physiques et physiologiques en judo

Dans le but d'identifier des méthodes d'évaluation efficaces et d'améliorer sur cette base les méthodes d'entraînement physique, plusieurs tests spéciaux ont été développés pour analyser les besoins physiologiques et neuromusculaires des matchs de judo.

Il est essentiel de recourir à des tests spécifiques pour évaluer avec précision la condition physique des judokas. Toutefois, du point de vue physiologique et biomécanique, l'analyse de la performance en judo rencontre trois obstacles majeurs : le manque de précision, les limitations de la télémétrie, et l'usage d'ergomètres non spécifiques lors des tests sur le terrain.

10.1. Le SJFT (Spécial judo fitness test)

Ce test a été mis au point par Sterkowicz et décrit par Franchini et al. Depuis lors, il a été utilisé dans le cadre de différentes études sur le judo. Le SJFT consiste en un test au cours duquel le judoka doit projeter (lancer) ses adversaires le plus rapidement possibles. Il est divisé en trois périodes : 15, 30 et 30 s, séparées par des intervalles de 10 s. Pendant chaque période, l'exécutant projette ses adversaires le plus rapidement possible. Au cours de chaque période, l'exécutant projette deux partenaires (distants de 6 mètres) le plus grand nombre de fois possible, en utilisant la technique du ippon-seoinage. La fréquence cardiaque (FC) de l'athlète est enregistrée immédiatement après le test et 1 minute plus tard. Immédiatement après le test et 1 minute plus tard. A partir du nombre de lancers calculés. Un indice est calculé sur la base d'une équation spécifique.

Plus l'indice est petit, meilleure est la performance dans le test. La performance au test peut être améliorée par une augmentation du nombre de lancers pendant les périodes, ce qui représente une amélioration de la vitesse, de la capacité anaérobie et/ou de l'efficacité dans l'exécution de l'attaque ; une

FC plus basse à la fin du test, ce qui représente une meilleure efficacité cardiovasculaire pour le même effort (nombre égal de lancers) ; une FC plus basse une minute après le test, c'est-à-dire une meilleure récupération, ce qui représente une amélioration de la capacité aérobie ; ou une combinaison d'au moins deux des éléments susmentionnés. (Detanico & Al, 2013)

Le SJFT est considéré comme le gold standard des tests spécifiques en judo. En effet, la fiabilité de ce dernier a été mise en évidence, il est sensible à l'entraînement, même chez les athlètes de haut niveau et capable de discriminer les athlètes selon leurs niveaux ou leurs performances lors de tests en laboratoire. Le SJFT a même fait l'objet de la validation d'un tableau de classification selon les niveaux et permettant aussi de suivre les progrès en matière de forme physique.

La contribution respective des systèmes énergétiques pendant le SJFT a même été estimée. Elle est principalement alactique, avec des contributions importantes des systèmes énergétiques lactiques et aérobie. De cette façon, lors de l'utilisation du SJFT, les entraîneurs évaluent principalement la contribution du système alactique anaérobie de leurs athlètes, qui peut être considéré comme le système le plus important contribuant aux actions effectuées dans le match, puisque les techniques de judo sont exécutées en quelques secondes. (Moussa Issa, 2020)

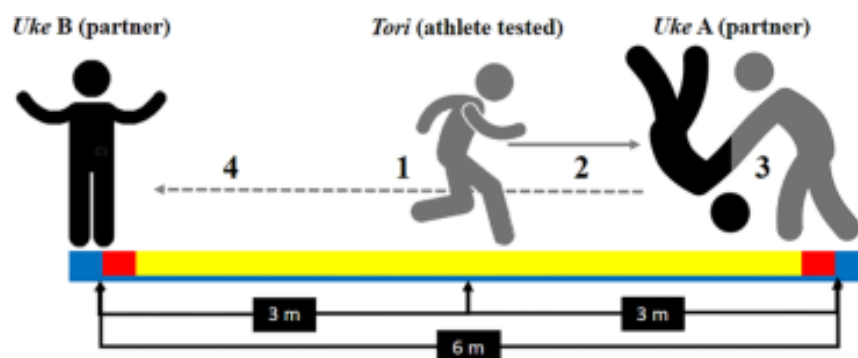


Figure 5 : représente le SJFT (Spécial Judo Fitness Test)

10.2. Uchi-komi fitness test (UFT)

Almansba et al, ont développé l'UFT (Uchi-komi fitness test)

le but de ce test est d'évaluer l'effort des athlètes pendant les combats de judo en termes qualitatifs (respect de ces différentes phases observées dans les matchs) et quantitatifs (relation effort-pause), fournissant des informations sur l'aptitude spécifique du judoka. (Almansba R & Al, 2012) Au cours du test, le judoka doit effectuer six niveaux d'uchi komi et de traction avec un judogi attaché à une barre fixe. La durée de l'uchi-komi est fixée à 20 s, la traction va de 6 à 18 et augmente de 3 s par niveau avec des pauses qui vont de 4 à 12 s, avec une augmentation de 2 s par niveau. L'athlète doit effectuer la séquence d'effort à l'intensité maximale possible, en maintenant la technique correcte du mouvement. Les séquences de travail sont les suivantes : a) phase isométrique des membres supérieurs (prise) : le judoka attaquant (tori) doit rester suspendu par un judogi collé à une barre horizontale, avec les coudes fléchis ; b) phase dynamique et explosive : le judoka descend de la barre horizontale et commence à faire des uchi-komis avec deux adversaires (uke) à 2 m l'un de l'autre, en utilisant deux techniques de projection, ippon-seoi-nage (technique de bras) et sode-tsuri-komi-goshi (technique de hanche). L'intensité est contrôlée par des signaux sonores. Le nombre total d'uchi-komi réalisés et le nombre de deux meilleurs niveaux sont calculés et la FC de l'athlète est surveillé pendant le test. (Paillard Thierry, 2014)

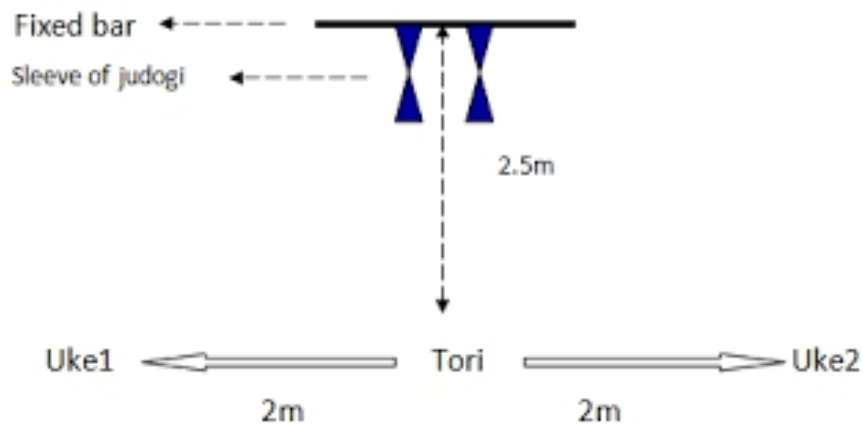


Figure 6 : représente l'UFT (Uchikomi Fitness Test)

10.3. Santos test

Afin de déterminer la zone de transition aérobie-anaérobie, deux judokas de la même catégorie de poids se sont tenus face à face. Le test comprenait deux phases : active et passive. Pendant la phase active, le judoka a exécuté sa (ses) technique(s) préférée(s) en trois séquences : Dans la première séquence, l'athlète a soulevé son adversaire du sol. Dans la deuxième, il déséquilibrait complètement son adversaire et dans la troisième, il soulevait de préférence son adversaire ou le déséquilibrait complètement. Chaque séquence durait 40 secondes et la première commençait par 7 répétitions avec une augmentation d'une répétition jusqu'à l'épuisement, ce qui conférait au test son caractère progressif. Tant que l'athlète pouvait soulever son adversaire du sol ou le déséquilibrer et terminer le combat en 40 secondes, le test se poursuivait. Dans le cas contraire, le test était terminé. Dans la phase passive, deux athlètes de judo se déplaçaient sur le tatami en saisissant leurs judogis pendant 15 s,. Les phases actives et passives du test représentaient la nature intermittente d'un match de judo. (Ceylan & Al, 2018)

Le protocole consiste à faire réaliser à chaque judoka plusieurs séquences de trois techniques spécifiques, choisies parmi ses tokui-waza. Une phase active,

dont l'intensité et la fréquence augmentent progressivement de manière séquentielle, et une phase passive, destinée à simuler les temps de récupération partielle observés en combat. (Terret Cédric, 2021)

10.4. Test de force de préhension (handgrip strenght test)

Un dynamomètre de préhension a été utilisé pour évaluer la force de préhension en position debout, trois fois de chaque côté en alternance, avec des intervalles d'une minute entre les efforts. Les participants ont choisi au hasard la main de départ. Il a été demandé aux athlètes de créer la plus grande force en 3 à 5 s pendant que les coudes étaient complètement étendus et que les postures des poignets et des jambes étaient choisies par les participants. Pour l'analyse, la valeur la plus élevée de chaque côté a été utilisée. (Ceylan Bayram & Al, 2022)



Figure 7 : représente le test de préhension (Dynamomètre)

10.5. Test Hikidashi Uchi-komi (HUT) :

Le nombre d'uchi-komis (répétitions de la technique) exécutés par les athlètes pendant 20, 30 et 40 secondes a été enregistré. Pendant l'exécution de la technique, tori devait déplacer les pieds de uke du sol, contacter les hanches et le tronc vers uke avec une rotation partielle. Pour la standardisation, le test a été réalisé avec un uke de la même catégorie de poids et de la même taille que tori. (Demirci Omer & Al, 2023)

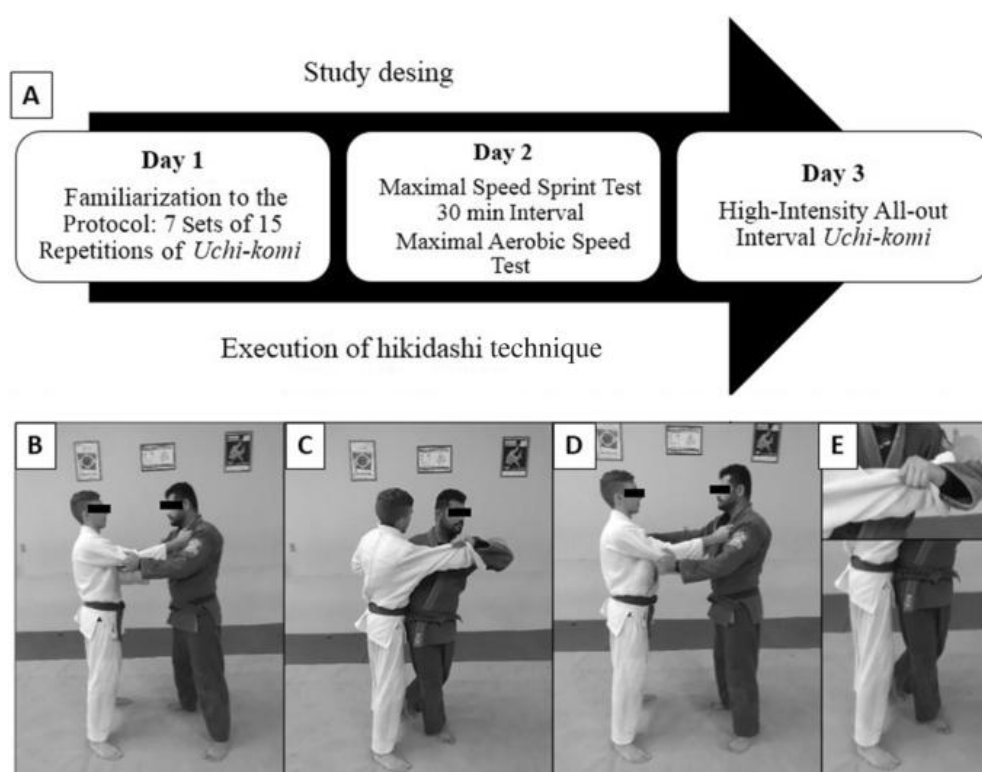


Figure 8 : représente le Hikidashi Uchi-komi test

10.6. Tests isométriques et dynamiques de force de préhension du judogi :

Lors du test isométrique de force de préhension du judogi, les athlètes devaient tenir un judogi (uniforme de judo) enroulé autour d'une barre fixe et maintenir cette position autant que possible avec l'articulation du coude en

flexion maximale. En cas d'échec volontaire, le test était terminé et le temps enregistré. Tout changement de mouvement permettant à l'athlète de garder la position plus longtemps était interdit. Lors du test dynamique de force de préhension du judogi, les athlètes devaient effectuer le nombre maximum de répétitions en passant d'une position de flexion complète à une position d'extension complète du coude. Lorsque les athlètes ne parvenaient pas à effectuer davantage de répétitions ou mettaient volontairement fin au test, celui-ci était terminé. Le nombre de répétitions a été enregistré. (Franchini Emerson & Al, 2011)



Figure 9 : représente les tests isométriques et dynamiques de force de préhension du judogi

10.7. Test d'adaptation au judo dérivé du test Léger-Mercier

Le test de Leger et ses collaborateurs a été adapté au judo. La distance entre deux bornes a été réduite de 15 à 20 m et au passage de celle-ci un mouvement de judo est réalisé. Ce test mesure la puissance aérobie maximale du judoka. Bien que le judo soit un sport très exigeant sur le plan physiologique. (Moussa Issa, 2020)

Chapitre 02 :

la puissance

musculaire

en judo

1. Introduction

Le muscle est un organe constitué principalement d'unité cellulaire appelée fibre. Ces unités forment des fibres musculaires contractiles qui permettent les mouvements du corps.

Le muscle possède 5 propriétés essentielles qui lui permettent de remplir ses fonctions :

- L'excitabilité : Il s'agit de la capacité du muscle à réagir à un stimulus en produisant une réponse électrique, appelée potentiel d'action, résultant de mouvements ioniques à travers la membrane cellulaire..
- La contractilité : Il s'agit de la capacité du tissu musculaire à se contracter en réponse à une stimulation appropriée. Cette propriété, appelée contractilité, se manifeste par un raccourcissement, un épaississement et un durcissement du muscle lors de la contraction.
- L'élasticité : Il s'agit d'une propriété physique appelée élasticité. Elle correspond à la capacité du tissu musculaire à s'étirer lors d'une contraction, puis à retrouver sa forme initiale une fois l'étirement relâché.
- extensibilité : faculté d'étirement, les fibres musculaires se raccourcissent en se contractant ; se rallongent avec le relâchement et peuvent s'étirer.
- La tonicité : c'est la propriété du muscle à être dans un état de tension permanent. (Ben Hmed Abdennacer, 2019)

La force est considérée comme la qualité fondamentale du muscle, car d'elle découlent d'autres capacités comme la puissance, la vitesse ou encore l'explosivité. Tout mouvement résulte d'une contraction musculaire, dont la

production de force devient visible. Cependant, le muscle peut également se contracter de manière continue et discrète, sans qu'un mouvement ne soit perceptible : c'est ce que l'on appelle le tonus musculaire, essentiel notamment pour le maintien de la température corporelle à 37 °C et de la posture. Le renforcement musculaire peut être défini comme un processus d'adaptation biologique des tissus nerveux et musculaires, induit par une activité physique intense et répétée. En fonction de l'objectif recherché, les modalités d'entraînement varient. Pour un gain des capacités d'endurance, il permettra une augmentation de la section des fibres de type I, de la densité des mitochondries, du réseau capillaire, de l'activité enzymatique ainsi que des capacités oxydatives. Pour une amélioration des capacités de la force, il permettra une augmentation de la section et du nombre de fibres de type II (processus d'hypertrophie) et une augmentation des capacités glycolytiques. Deux mécanismes permettent l'augmentation de la force. Le premier résulte d'une adaptation nerveuse principalement au niveau des unités motrices. Il y a une optimisation de leur recrutement, synchronisation, augmentation de leur fréquence de décharge, ainsi qu'une baisse de l'inhibition des muscles antagonistes au mouvement. Dans un deuxième temps, généralement après huit semaines de sollicitations, va se produire un changement structurel au niveau de la fibre musculaire. Le type de fibre serait déterminé génétiquement selon le muscle. La proportion pour un même muscle est donc variable entre les individus. (Oletchia Matthias, 2014)

2. Définition de la force

Le terme « force » est employé pour identifier la force ou la tension maximale qui peut être développée par les muscles effectuant un mouvement articulaire particulier (par exemple, flexion du coude, extension du genou). Toutefois, les muscles peuvent fournir un effort maximal dans le cadre d'actions isométriques, concentriques ou excentriques. (Paavo V Komi, 2003)

La force musculaire désigne la capacité d'un muscle ou d'un groupe musculaire à exercer une force contre une résistance donnée. Elle est essentielle à l'exécution des activités quotidiennes aussi bien qu'aux performances sportives. (Chabaud Raphael, 2024)

La force musculaire est une qualité physique fondamentale, définie comme la capacité d'un muscle à exercer une force face à une résistance. Le développement de cette capacité suscite aujourd'hui un intérêt croissant, tant dans le domaine de la performance sportive que dans celui de la santé.

En résumé, un niveau élevé de force musculaire constitue un indicateur fiable de la condition physique générale et contribue à l'amélioration des capacités fonctionnelles au quotidien comme en contexte athlétique. La force musculaire repose sur deux facteurs principaux, la masse musculaire et l'activation du système nerveux. Il est communément admis que la force pouvant être déployée par un muscle est corrélée à sa surface de section. Cependant, il existe également un facteur d'origine nerveuse dans la génération de force. (Bernasconi Romain, 2020)

Dans la bible de la préparation physique, Les auteurs définissent la force comme la capacité du muscle à générer une tension interne en réponse à une stimulation nerveuse, tension qui s'exprime soit par rapport à un segment corporel, soit contre une charge externe additionnelle. (Didier Reiss & Pascal Prévost, 2013)

La force peut être définie comme la capacité à produire de la puissance. La force peut être générée de manière isométrique ou dynamique, cette dernière étant plus courante dans les contextes sportifs, elle est l'une des composantes les plus importantes de tous les sports. L'entraînement de la force vise à augmenter les performances de l'athlète en compétition par l'amélioration de

la composante neuronale de la contraction musculaire et en augmentant la taille des fibres musculaires. (Gregory Whyte, 2006)

Plus encore, Ndiaye la définit en tant qu'une qualité qui permet de développer la tension dans une contraction maximale. Elle se définit comme étant la capacité de l'homme à surmonter des résistances extérieures par un travail musculaire propre (tension musculaire) (Ndiaye Ibrahima, EVALUATION DES QUALITES PHYSIQUES DES JUDOKAS DES EQUIPES NATIONALES JUNIORS ET SENIORS DU SENEGAL, 2010)

3. Types de force

3.1. La force maximale

La force maximale correspond à la plus grande force qu'un athlète peut produire volontairement lors d'une contraction musculaire. Elle se décline selon trois modes d'action musculaire : en concentrique, la force maximale désigne la charge maximale que l'athlète peut déplacer (soulever ou pousser) en raccourcissant le muscle. En isométrique, elle correspond à la charge maximale contre laquelle l'athlète peut résister sans produire de mouvement, autrement dit en maintenant une position statique. En excentrique, la force maximale fait référence à la plus grande force que le muscle peut exercer en s'allongeant, notamment pour ralentir un mouvement, sans nécessairement réussir à l'arrêter complètement. (Cayla Jean-luc & Rémy Lacrampe, 2007)

La force maximale est également définie comme le moyen mis en œuvre par le muscle pour produire la plus grande tension myotendineuse possible. Cette production de force résulte de l'interaction de plusieurs éléments, la mobilisation des structures élastiques du muscle, ainsi que l'implication du système neuroendocrinien. (Didier Reiss & Pascal Prévost, 2013)

La force maximale se définit comme la capacité à produire la plus grande force possible lors d'une contraction musculaire. Elle peut s'exprimer de

manière dynamique, c'est-à-dire pendant un mouvement, ou statique, en l'absence de déplacement articulaire.

Cette forme de force dépend principalement de plusieurs facteurs : la capacité du système nerveux à recruter efficacement les unités motrices, la capacité du muscle à mobiliser rapidement l'énergie via la filière anaérobie alactique (ATP-PCr), la coordination intermusculaire, et la surface de section musculaire, c'est-à-dire le volume total des fibres musculaires composant un muscle. (Paillard Thierry, 2014)

Elle est définie comme la capacité d'exercer une force maximale contre une résistance externe au cours d'une contraction volontaire maximale. La force maximale est considérée comme une mesure fiable de la condition musculaire et est généralement évaluée par la méthode de répétition maximum (1-RM) au cours d'un test de force dynamique, bien que d'autres techniques d'évaluation soient appliquées. La force maximale dépend de facteurs tels que la coordination musculaire intra (recrutement de l'unité motrice et taux d'allumage) et inter (coordination agoniste-antagoniste), ainsi que la surface de section transversale du muscle. L'amélioration des facteurs neuronaux et morphologiques liés à la force maximale permet aux athlètes d'avoir un plus grand potentiel de développement de la puissance et des compétences sportives. (Sanchez Javier & Al, 2024)

Elle permet de vaincre une très forte résistance ou de mobiliser une charge très lourde. En sport de combat, elle permet, entre autres, de se sortir des immobilisations et des étreintes de l'adversaire. Plus vous serez fort, plus votre adversaire sera facile à déplacer, à soulever. (Savoldelli Jack & Al, 2006)

3.2. L'Endurance de force

Elle caractérise la capacité du système neuromusculaire à maintenir une contraction musculaire de forte intensité pendant la durée la plus longue possible. Cette qualité, appelée force-endurance, permet de retarder l'apparition de la fatigue neuromusculaire, jouant ainsi un rôle essentiel dans les efforts prolongés à haute intensité.. (Paillard Thierry, 2014)

Il s'agit de la capacité à maintenir le même niveau de force le plus durablement possible (dans le cas d'une action isométrique), ou à répéter le même mouvement autant de fois que possible, sans perte de force. (Cayla Jean-luc & Rémy Lacrampe, 2007)

L'entraînement de l'endurance-force est associé au développement combiné des capacités physiques et fait partie intégrante des recommandations relatives au sport, à l'activité physique pour le maintien de la santé et pour le traitement des maladies chroniques ou des handicaps. (Ramanchuk Oleksandr & Al, 2024)

Elle est le degré auquel des groupes musculaires spécifiques peuvent continuer à se contracter contre une charge donnée dans une période de temps donnée ou pour un nombre donné de répétitions. Elle est déterminée par le type de contraction musculaire, la vitesse de contraction, la cadence des répétitions et l'ampleur de la résistance. Les facteurs limitant l'endurance musculaire existent au sein des groupes musculaires exercés et de leur contrôle neuromusculaire, et ne sont pas associés à des facteurs cardiorespiratoires/cardiovasculaires.

L'entraînement visant à améliorer l'endurance de force nécessite généralement l'imposition d'une fatigue, mais de manière contrôlée, car la fatigue agit souvent comme un puissant stimulus d'adaptation. (Gregory Whyte, 2006)

3.3. La force-vitesse (force explosive)

La force vitesse est l'aptitude qui permet de donner une grande accélération à une charge. Le mouvement est alors dit « explosif ». Ce type de mouvement est exécuté en utilisant le corps de l'adversaire afin de le surprendre et de l'immobiliser rapidement. La force vitesse détermine la vitesse d'exécution d'une prise, d'une projection. (Savoldelli Jack & Al, 2006)

Il s'agit du rapport optimal entre la force et la vitesse, autrement dit la capacité à produire une force élevée dans un temps très court. Sur le plan sportif, cela correspond à la vitesse maximale à laquelle un athlète peut mobiliser une charge. Cette qualité, appelée force explosive ou puissance musculaire, est essentielle dans de nombreuses disciplines impliquant des lancers, des sauts ou des courses. (Cayla Jean-luc & Rémy Lacrampe, 2007)

Elle représente la faculté de mobiliser une charge la plus élevée qu'il soit le plus vite possible (Paillard Thierry, 2014)

peut être définie comme le taux d'augmentation de la force contractile au début de la contraction (Chaudhary Anuradha & Al, 2024)

Elle est 80 % déterminée par la génétique et dépend principalement du nombre d'unités motrices activées simultanément ; elle est définie comme la capacité du sportif à effectuer un mouvement court, rapide et fort. (Ilic Igor & Al, 2023)

La force explosive dépend du pourcentage et de la composition des unités motrices actives du groupe musculaire concerné. Dans de nombreux mouvements sportifs concrets, la force explosive se présente sous la forme d'un modèle à trois composantes comprenant la vitesse, la force et la coordination. Le manque de coordination neuromusculaire est l'un des

principaux facteurs limitant la force explosive. (Ameti Vullnet & Iseni Astrit, 2023)

3.4. La force relative :

Elle se détermine en calculant le rapport entre la force maximale et le poids de corps d'un sujet. Cette force est particulièrement intéressante pour un judoka. (Paillard Thierry, 2014)

4. Les facteurs déterminant de la force :

- La section transversale du muscle.
- La coordination intramusculaire (pour chacun de ces muscles).
- La coordination intermusculaire (entre les différents muscles actifs).

Plus précisément, pour l'ensemble des chaînes musculaires actives lors de l'exécution d'une technique de judo, ces facteurs sont liés :

- Au nombre de sarcomères dans le muscle.
- A la synchronisation spatiale et temporelle des unités motrices.
- A la fréquence d'impulsion des potentiels d'action.
- Au seuil de déclenchement des organes tendineux de golgi.

(Paillard Thierry, 2014)

4.1. Le volume musculaire :

La capacité d'un muscle à produire de la force est généralement corrélée à la surface de sa section transversale. Cette relation est notamment appuyée par les phénomènes d'atrophie musculaire observés chez les populations âgées ou chroniquement immobilisées, où une réduction de la masse musculaire s'accompagne d'une baisse significative de la force.

Cependant, il a été démontré que la force musculaire peut augmenter plus rapidement que la section transversale du muscle, notamment grâce aux adaptations nerveuses. Il convient plus précisément de tenir compte de la longueur et de la qualité musculaire en considérant la masse musculaire nette exempte de tissus adipeux et conjonctifs. L'angle de pennation des fibres musculaires ainsi que leur disposition dans l'espace influenceront également le rendement final par effet levier. Au-delà de l'étude du volume musculaire, c'est la quantité potentielle de ponts actine myosine actifs au sein du sarcomère et les propriétés élastiques du muscle qui reflètent les capacités réelles de production de force. Ces derniers renvoient aux tissus conjonctifs entourant le muscle, l'aponévrose, disposés en parallèle et en série.

La taille musculaire désigne la taille d'un muscle squelettique, généralement exprimée par sa section transversale, son volume ou son épaisseur. La taille musculaire est déterminée par le nombre de fibres musculaires, leur section transversale et leur architecture. L'entraînement en résistance, qui augmente la tension musculaire externe, stimule la croissance musculaire (hypertrophie). Le système endocrinien favorise la synthèse de protéines contractiles comme l'actine et la myosine au sein des myofibrilles, ainsi que la prolifération des myofibrilles au sein des fibres musculaires. L'hypertrophie est positivement corrélée à la force musculaire. Un entraînement en résistance intense constitue un puissant stimulant pour une augmentation significative de la masse musculaire maigre, car les unités motrices sont recrutées séquentiellement en fonction de leur taille, ce qui entraîne une production de force élevée.

L'entraînement en surcharge induit une hypertrophie en élargissant les fibres musculaires individuelles, ce qui peut entraîner une transition du type de fibre I au type II et influencer des modifications architecturales telles que la

modification de l'angle de pennation, ce qui affecte la capacité de production de force. (Nyquist Nicholas, 2023)

4.2. Les typologies musculaires :

La typologie musculaire prédit la vitesse maximale et donc la force maximale. Effectivement, les unités motrices à fibres rapides produisent plus de force que les autres. Grâce à l'activité plus importante de leur système enzymatique, le nombre de cycles de contraction par unité de temps est augmenté, ce qui génère une vitesse de contraction élevée. Le diamètre plus important de ces fibres glycolytiques participe par surcroît à la production des tensions les plus hautes. On enregistre des vitesses maximales de raccourcissement trois fois supérieures et une puissance maximale quatre fois plus élevée que celles produites par les fibres de type I.

4.3. Les facteurs métaboliques :

Les efforts maximaux et supra maximaux s'appuient en priorité sur le système phosphagène avec une contribution croissante du système glycolytique à mesure que la durée augmente. La diminution du PH secondaire à l'augmentation des protons intramusculaires participe aussi à cette limitation.

4.4. Les facteurs nerveux :

Toutes choses égales par ailleurs, des gains de force peuvent être objectivés en dehors de toute variation du volume musculaire grâce aux propriétés du système nerveux. Pour cela, rappelons que la force enregistrée est proportionnelle au nombre d'UM recrutées et téтанisées à un instant donné, aussi connue comme le phénomène de sommation spatiale.

4.5. Les modalités de contraction musculaire :

Il existe trois types de contraction musculaire :

La contraction concentrique ou le muscle se raccourcit et dont le niveau de production de force y est le moins important.

La contraction excentrique se caractérise par un étirement du muscle tout en produisant une force importante, généralement environ 30 % supérieure à celle générée lors d'une contraction concentrique. Cette capacité accrue s'explique par une sollicitation plus intense des ponts actine-myosine (ponts transverses), ainsi que par l'intervention des éléments élastiques situés en série dans la structure musculaire.

La contraction isométrique, quant à elle, permet au muscle de générer une force sans modifier sa longueur. Ceci est permis par l'étirement des éléments élastiques de façon simultanée avec le raccourcissement des unités contractiles. (Chabaud Raphael, 2024)

5. Importance du développement de la force :

La musculation est pratiquée pour différentes raisons : bien-être, réhabilitation, préparation physique et évidemment sports de force.

- La réduction des déséquilibres musculaires induits par la pratique intensive du judo.
- La prévention des blessure
- L'optimisation des qualités musculaires.
- Améliorer son explosivité sur 10 m et 30 m (important pour les sports collectifs)
- Améliorer la stabilité de certaines articulations (genou).
- Améliorer la puissance de frappe des sports de frappe.
- Rôle prophylactique (traitement préventif).
- Résistance musculaire locale (meilleur fonctionnement enzymatique).

- Coordination des mouvements (paradoxe de lombard).
- Amélioration de la capacité de décontraction (liée au calcium).
- Amélioration de la coordination intra et intermusculaire.
- Augmentation de l'élasticité des muscles (raideur musculaire augmentée). (Didier Reiss & Pascal Prévost, 2013)

6. La force en judo :

Pour réussir en compétition, le judo exige une préparation physique rigoureuse et complète. Il ne suffit plus de maîtriser uniquement les aspects techniques et tactiques : les judokas de haut niveau se distinguent aujourd'hui par leur endurance, leur vitesse et leur puissance. Cependant, malgré cette évolution, le combat de judo demeure avant tout un affrontement physique direct, dans lequel la puissance musculaire joue un rôle déterminant. Elle permet souvent de prendre l'ascendant sur l'adversaire, en assurant une supériorité physique décisive dans l'opposition.. (Benziane R, 2014)

Les judokas doivent être forts pour saisir leurs adversaires, se défendre et attaquer efficacement. Plus important encore, ils doivent posséder la puissance nécessaire pour effectuer des projections et des attaques ne-waza. La puissance est l'une des conditions physiques essentielles à la réussite en judo. Être fort, c'est être capable de générer de la force. Cependant, en judo, être fort ne suffit pas à assurer la réussite des saisies, projections prises étranglements clés de bras et esquives.

La capacité à générer de la force en un court laps de temps est parfois appelée taux de développement de la force (TDF), qui s'apparente davantage à la détermination de la force explosive d'un athlète et lui permet de réaliser des actions de judo puissantes.

Le développement et l'application de la force sont cruciaux pour le succès d'un judoka. Ainsi, pour utiliser le programme d'entraînement de manière efficace et aider ses sportifs à développer leur explosivité, l'entraîneur doit comprendre les spécificités du programme. Pour concevoir des programmes visant à développer l'explosivité nécessaire. (Burns Andy & Al, 2017)

7. La puissance :

De nombreux sports exigent une puissance musculaire significative pour atteindre des performances de haut niveau. La puissance musculaire maximale est définie et contrainte par la relation entre la force et la vitesse.

Elle est la capacité à produire de haut niveau de puissance est ce qui sépare les athlètes élités des très bons athlètes. (Giroux Caroline, 2014)

La puissance musculaire maximale est atteinte lorsque la force et la vitesse de contraction sont à des niveaux optimaux, mais inférieurs à leur maximum absolu. En effet, la force qu'un muscle peut produire dépend de la vitesse à laquelle il se contracte : pour une vitesse donnée, une augmentation de la force génère une hausse de la puissance musculaire. Ainsi, l'entraînement de la puissance musculaire repose sur le développement de deux qualités (la force musculaire maximale et la vitesse de contraction des muscles).

La production de puissance maximale est influencée par des facteurs physiologiques. La relation entre la tension et la longueur, en plus de la relation force-vitesse, impacte la puissance musculaire développée. (Klein Antoine, 2019)

Elle est définie et limitée par la relation force-vitesse. La puissance musculaire représente un débit d'énergie exprimé en watt et correspond au niveau de force (F) développé sur une distance (d) et un temps (t) donnés ($P =$

$F \times d/t$) ou, plus simplement, au produit de la force par la vitesse (V) ($P = F \times V$). La puissance musculaire maximale est atteinte lorsque la force et la vitesse de contraction sont toutes deux à un niveau optimal, bien qu'inférieur à leur valeur maximale respective. Puisque la force produite par un muscle varie en fonction de la vitesse à laquelle il se raccourcit, une augmentation de la force développée à vitesse constante entraîne une hausse de la puissance musculaire.. (Riviere Jean Romain, 2020)

Elle correspond à un compromis entre les capacités de production de force et les capacités de production de vitesse. (Sachet Iris, 2022)

La puissance musculaire, définie comme le produit de la force et de la vitesse, représente la capacité à réaliser le maximum de travail possible en un temps minimal. Elle est souvent perçue comme un élément clé de la performance dans de nombreux sports, notamment pour l'exécution de gestes décisifs et/ou spectaculaires tels qu'un dunk au basket-ball, un sprint en cyclisme, une frappe puissante au football ou en boxe, ainsi que dans les épreuves de lancer. En pratique, effectuer un geste d'intensité maximale implique d'exercer une force maximale dans le but d'accélérer une masse autant que possible. L'accélération, résultante de la force, s'accumule en fonction du temps, ce qui permet d'augmenter la vitesse. Il convient de noter que l'augmentation de la vitesse a un effet inverse sur la force maximale produite. En d'autres termes, plus le muscle se contracte rapidement, moins il est en mesure de générer une force significative, et vice versa, ce qui est illustré par la relation force-vitesse. Cette relation, lors d'un effort maximal, représente ainsi la capacité d'un individu à exprimer sa puissance face à différentes charges. (Wei Lu, 2020)

La puissance musculaire maximale correspond à la capacité d'un athlète à produire une force déterminée à une vitesse élevée. Hormis les postures immobiles impliquant des contractions isométriques, la majorité des

mouvements nécessitent une production de puissance musculaire, faisant de cette qualité un paramètre clé de la performance dans de nombreuses disciplines sportives.

Il est important de noter que la notion de puissance est souvent confondue, à tort, avec une simple démonstration de force brute. Or, pour qu'il y ait véritablement puissance, la vitesse d'exécution doit être présente. Ainsi, entre deux athlètes effectuant un même travail (par exemple le déplacement d'une masse), celui qui le réalise le plus rapidement est considéré comme le plus puissant.

La puissance produite par un athlète peut varier considérablement selon l'activité : de 50 à 60 watts lors d'un effort léger (comme le cyclisme à allure modérée ou le jogging), jusqu'à environ 7000 watts dans des efforts explosifs, comme la deuxième phase de traction de l'épaulé aux haltères olympiques.. (Debraux Pierre, 2010)

La puissance musculaire a été considérée comme une capacité physique importante, particulièrement responsable de la réussite des mouvements rapides (par exemple, le saut, le sprint, le lancer et le coup de pied). Un certain nombre de méthodes ont été développées pour estimer la capacité de production de puissance du muscle squelettique humain. L'approche la plus souvent appliquée à l'évaluation de la puissance musculaire est basée sur des mesures de la force et de la vitesse musculaires exercées de l'extérieur. (Nedeljkovic Aleksandar & Al, 2007)

Il existe directement une relation entre force et vitesse, lorsque l'on considère cette relation, on obtient la courbe de puissance musculaire. Il s'agit vraisemblablement du paramètre de force le plus déterminant pour la grande majorité des sports. En course à pied, la puissance détermine non seulement la phase d'accélération mais aussi le niveau de vitesse maximale que l'on peut

atteindre à poids de corps, dans les lancers ou les sauts, elle détermine la vitesse maximale laquelle l'engin ou le poids du corps peut être mobilisé. Ainsi, si la charge à manipuler est minime (poids du corps chez le sprinter), la puissance maximale correspond à un rapport parfait entre la force et la vitesse, avantageant la vitesse soit de l'ordre de 40 à 45% de la force maximale. En revanche, Dans une activité où la charge est beaucoup plus conséquente (l'haltérophilie), ce rapport se modifie en faveur de la force et la puissance maximale est atteinte à environ 60% de la force maximale. (Cayla Jean-luc & Rémy Lacrampe, 2007)

Dans le contexte musculaire, la puissance peut être décrite comme la force produite par unité de temps et résulte donc en grande partie de l'entraînement de l'unité motrice à recruter rapidement des fibres musculaires. Il s'agit donc essentiellement d'un phénomène neuromusculaire où la force est une condition préalable et la vitesse un cofacteur important. (Gregory Whyte, 2006)

Elle est associée à la capacité du système neuromusculaire à générer une force maximale dans le temps le plus court possible (Marques Catarina & Al, 2024)

Selon Thariqi & Al (2023), la puissance est la capacité des muscles à exercer une force maximale dans un temps très court. Ainsi, pour entraîner cette composante, les athlètes doivent développer leur force et leur vitesse. (Thariqi Yulfiras & Al, 2023)

Véronique Billat la définit comme étant le travail accompli par unité de temps. A travail produit égal, l'exercice le plus puissant sera celui qui accomplit ce travail le plus rapidement. (Billat Véronique, 2012)

Plus encore, michel dufour dit que : La puissance correspond à la quantité de travail produite par unité de temps. Elle s'exprime par une contraction

musculaire rapide réalisée en maintenant une tension maximum. Elle est parfois nommée force dynamique. (Dufour Michel, 2009)

8. Intérêts de la puissance musculaire :

La puissance maximale constitue le facteur principal influençant la performance dans les activités qui requièrent une série de mouvements destinés à générer une vitesse élevée au moment du lâcher ou de l'impact.

Les actions neuromusculaires, essentielles pour optimiser la production de puissance, sont indispensables lors des lancers, des sauts et des frappes. Par ailleurs, des pics de puissance soudains sont nécessaires lors de changements rapides de direction ou d'accélération dans divers sports ou épreuves athlétiques.

À titre d'illustration, la hauteur atteinte par un athlète lors d'un rebond au basketball dépend uniquement de la vitesse à laquelle il s'élève du sol. Au niveau du bas du corps et du mouvement des chevilles, le corps connaît un arrêt momentané.

Lors d'un saut vertical, l'athlète étend successivement le tronc, les hanches, les genoux et les chevilles, ce qui accélère son corps vers le haut jusqu'à atteindre une vitesse d'élan maximale au moment du décollage.

Cette vitesse d'élan dépend de deux facteurs clés :

La force exercée par les muscles contre le sol, et la durée de cette application de force, ce qui constitue l'impulsion. (Debraux Pierre, 2010)

Il y a plusieurs intérêts à étudier la relation force-vitesse. L'examen du profil F-v des sportifs peut permettre d'établir une norme en termes de qualités nécessaires pour une discipline. Dans le but d'atteindre un profil idéal pour une discipline spécifique, l'évaluation de la relation F-v peut permettre aux athlètes d'ajuster leurs séances d'entraînement. Par une surveillance constante

à divers stades de son développement, l'évaluation du profil F-v permet de suivre l'évolution de l'athlète.

Les recherches se concentrant sur des mouvements exécutés contre des poids ou contre le poids du corps ont principalement porté leur attention sur la puissance maximale. L'étude de la relation F-v concernant des mouvements complexes tels que le soulevé de terre haut n'est pas encore réalisée. Afin que l'intérêt de l'étude de la relation F-v puisse être applicable à l'entraînement ou à la compétition des exercices de mouvement complexe. (Wei Lu, 2020)

Distinction puissance et explosivité

L'effort isométrique est le lieu privilégié de la distinction entre puissance et explosivité. Lorsque la vitesse est nulle, la puissance est nulle. Tel n'est pas le cas pour l'explosivité dans la mesure où un taux de montée de force peut être enregistré sans mouvement. L'explosivité s'exprime dans le vite et dans l'immobile.

D'après McBride et al. (2002), En comparant des charges de 30 % et 80 % soulevées à vitesse maximale, ces auteurs constatent que seules les charges légères permettent d'améliorer la puissance du mouvement.

Haff et al. (1997) ont analysé les fronts de montée de force et les niveaux de puissance à partir du tirage isométrique en position debout à 80, 90 et 100 % de 1RM ainsi qu'en SJ et CMJ. Dans ces conditions, les valeurs maximales d'explosivité et de puissance ne sont pas obtenues pour des charges identiques. Alors que le front de montée de force (explosivité) est maximum pour le tirage à 80 % du 1RM, c'est en CMJ que sont enregistrées les puissances maximales. En fonction de la charge utilisée, la cible d'entraînement peut donc être différenciée entre puissance et explosivité.

L'exemple du sprint décrit l'importance de chaque paramètre en fonction des différentes phases de l'action. Au moment de la poussée dans les starting blocs, la mise en action dépend du taux de montée de force (force de départ), de l'explosivité concentrique. Sur les premiers appuis de course, l'athlète acquiert de la vitesse. Il met son corps en mouvement face à une résistance importante. L'application de vitesse dans la force devient déterminante. Le facteur puissance est majoré. Au fur et à mesure que l'athlète approche sa vitesse maximale, le facteur puissance perd de l'importance et la force réactive (explosivité pliométrique) devient le facteur prépondérant. (Dufour Michel, 2009)

9. Les facteurs affectant la puissance

9.1. La force :

Comme il est déjà montré, la force fait partie intégrante de la production de puissance et, comme la force musculaire maximale est relativement facile à entraîner (par rapport à la vitesse musculaire), la plupart des athlètes axés sur la puissance consacrent un temps démesuré à la poursuite de cet objectif.

Il existe de bonnes raisons théoriques et expérimentales de penser qu'un développement de force, améliore la production de puissance lors d'exercices soutenus de haute intensité d'une durée de 40 à 50 secondes

9.2. Rapport longueur-tension :

Cette relation physiologique entre la longueur du muscle et la production de force a des implications majeures pour la production de puissance dans le sport, surtout dans les activités qui nécessitent une production de force élevée. Dans la position de départ du sprint, par exemple, le sprinter « prépare » involontairement ses sarcomères pour une production de force optimale lors

de la poussée initiale sur les blocs ; le joueur de volley-ball s'accroupit dans la bonne position (environ un tiers d'accroupissement) pour obtenir une force maximale lors du saut suivant, et ainsi de suite. Pour autant que l'on sache, l'entraînement n'a aucun effet sur la relation longueur-tension.

9.3. Relation force-vélocité :

La relation force-vitesse a été décrite pour la première fois dans les années 1930 et se réfère à l'association réciproque entre la force de contraction musculaire et la vitesse de contraction, c'est-à-dire que plus la force requise est importante, plus la vitesse de contraction est lente). Ce phénomène est connu de tous ceux qui ont soulevé une série de poids de plus en plus lourds dans une salle de musculation. Plus le poids (résistance) augmente, plus la force produite par le muscle augmente, mais au détriment de la vitesse de contraction (vélocité). Il est évident que toute modification de la courbe force-vitesse aura des répercussions importantes sur la production d'énergie et, par conséquent, sur les performances sportives. (Gregory Whyte, 2006)

9.4. Facteurs intracellulaires affectant la puissance maximale :

La puissance maximale est produite par une fréquence maximale de cycles de ponts croisés au niveau de l'actine et de la myosine, ainsi que par la quantité totale de myofilaments. Il est donc intéressant d'examiner les facteurs susceptibles d'influencer ces deux paramètres.

9.5. Hypertrophie musculaire et puissance :

Il a été mentionné précédemment qu'une force musculaire élevée est une composante de la puissance. Cette capacité à produire une force élevée peut être augmentée par le développement musculaire (hypertrophie) et/ou par une meilleure activation neuronale du muscle.

On a longtemps cru qu'un entraînement excessif en hypertrophie désavantagerait l'athlète de puissance, qui doit travailler contre son poids corporel.

Cependant, l'augmentation de la masse musculaire s'accompagne généralement d'une augmentation de la force musculaire. Si un entraînement de puissance approprié est inclus, le rapport puissance/poids, particulièrement crucial dans les épreuves de saut, devrait également être augmenté plutôt que diminué.

Une augmentation de la force ne s'accompagne pas toujours d'une hypertrophie.

9.6. Types de fibre musculaire :

Les fibres musculaires et les muscles squelettiques des mammifères sont structurés et constitués de manière spécifique pour assurer une performance optimale dans certaines conditions environnementales.

Le degré de spécialisation varie grandement d'une espèce à l'autre, et même entre les muscles appartenant à une même espèce. Toutefois, il est admis que les unités motrices peuvent être classées en deux types essentiels, chacune étant particulièrement adaptée à la réalisation de certains mouvements de contraction.

Typiquement, les fibres musculaires à contraction lente (ST) ou de type I sont adaptées pour un usage prolongé à des vitesses assez basses. Les fibres à contraction rapide (FT), également appelées de type II, se distinguent par leur spécialisation dans les efforts intenses, produisant une puissance considérable et des vitesses élevées sur des intervalles plutôt courts.

9.7. Disponibilité énergétique :

Il n'a jamais été prouvé que l'exercice physique modifie la quantité d'ATP nécessaire à la contraction d'un type de fibre spécifique. On peut donc affirmer que la demande énergétique et la production de puissance maximale par unité musculaire contractile sont constantes. La quantité d'ATP requise pour une ou deux contractions maximales est stockée dans le muscle et peut être reconstituée à partir de la créatine phosphate contenue dans le muscle. Par conséquent, toute l'énergie nécessaire pour produire un effort maximal est déjà présente dans le muscle, et ces efforts ne dépendent pas de la production immédiate. (Debraux Pierre, 2010)

10. Entraînement de la puissance maximale :

La capacité à produire une puissance maximale est un élément significatif de la performance dans un grand nombre d'actions motrices sportives. On pourra améliorer cette qualité en tenant compte de la pente de la courbe force-vitesse, ainsi qu'en effectuant des exercices à puissance optimale.

Il a été démontré que les exercices de projections contribuent à générer plus de puissance. Ils sont également conformes aux exigences sportives. On a identifié les exercices de pliométrie, de weightlifting et de balistique comme bénéfiques pour l'amélioration de cette compétence. (Retailleau Charles, 2022)

10.1. Entraînement en résistance et taux de développement de la force

Le temps étant restreint lors des actions musculaires intenses, le muscle doit générer autant de force que possible en un temps limité. Un facteur qui contribue à ce phénomène est désigné par l'acronyme RFD. Cela pourrait

expliquer, dans une certaine mesure, l'inefficacité de l'entraînement en résistance intense pour accroître la puissance et les performances. Il a été prouvé que l'entraînement au squat avec des charges lourdes (70 à 120 % de 1RM) améliore la force isométrique maximale. Cependant, cela n'améliore pas le taux de développement de la force maximale et peut même diminuer la capacité du muscle à développer rapidement sa force. En revanche, une activité où l'athlète s'efforce de développer sa force rapidement accroît sa capacité à augmenter sa puissance à un rythme rapide.

Plus précisément, l'entraînement en résistance à puissance maximale, qui augmente la pente de la première partie de la courbe force-temps, appelée taux de développement de la force maximale, est un exemple de ce type d'entraînement.

Bien que l'entraînement en résistance intense dans cette étude ait augmenté la force maximale et donc le point le plus élevé de la courbe force-temps, ce type d'entraînement n'a pas amélioré sensiblement la puissance, en particulier chez les athlètes ayant déjà développé une base d'entraînement en force.

Cela peut s'expliquer par le fait que la durée du mouvement lors d'activités puissantes est généralement inférieure à 300 ms et que la plupart des augmentations de force ne peuvent être obtenues sur une période aussi courte. L'athlète n'a pas le temps d'exploiter les gains de force obtenus à des vitesses de mouvement lentes grâce à un entraînement intensif en résistance. (Retailleau Charles, 2022)

10.2. Controverse sur l'entraînement spécifique à la vitesse

La question de la rapidité de l'entraînement en résistance est actuellement l'un des sujets les plus discutés dans le domaine du développement de la force et de la puissance musculaires. Des études utilisant des tests et des techniques d'entraînement isocinétiques ont prouvé que l'augmentation de la force est

spécifique à la vitesse d'entraînement. Une formation à une vitesse de déplacement réduite a généralement pour effet d'accroître la force à cette vitesse, tandis que la force à des vitesses plus élevées, courantes dans le domaine sportif, ne subit pas d'impact. Par conséquent, si l'objectif est d'accroître la puissance, il est conseillé de s'entraîner en résistance à une vitesse soutenue.

10.3. La résistance optimale pour une puissance maximale

Si l'entraînement se limite aux techniques de résistance traditionnelles, les résistances lourdes (+80 %) sont préférables, car il est impossible de surcharger suffisamment le muscle avec des résistances légères tout en arrêtant le poids au maximum de l'amplitude de mouvement.

Lors de l'utilisation de la résistance balistique, il n'existe peut-être pas d'intensité ou de résistance optimale. Les résistances lourdes et légères sont toutes deux utiles pour l'entraînement de la puissance musculaire.

10.4. Résistance lourde vs résistance légère

Si l'entraînement se limite aux techniques de résistance traditionnelles, les résistances lourdes (+80 %) sont préférables, car il est impossible de surcharger suffisamment le muscle avec des résistances légères tout en arrêtant le poids au maximum de l'amplitude de mouvement.

Lors de l'utilisation de la résistance balistique, il n'existe peut-être pas d'intensité ou de résistance optimale. Les résistances lourdes et légères sont toutes deux utiles pour l'entraînement de la puissance musculaire. (Newton Robert U, 1997)

11. Tests spécifique de force et de puissance :

Les tests de performance physique ont été utilisés pour évaluer la fonction musculaire, fournir des valeurs normatives pour divers groupes de sujets,

évaluer le succès des procédures d'entraînement et de rééducation, prévenir les blessures et évaluer les capacités de performance pour le sport et les activités liées au travail. (Nedeljkovic Aleksandar & Al, 2007)

La capacité à générer une puissance musculaire significative est fortement liée au rapport « Force – Vitesse » musculaire et à l'entraînement. Bien qu'il soit envisageable d'accroître les attributs musculaires de force et de rapidité, il demeure essentiel d'évaluer l'application de ces attributs dans le sport spécifique à perfectionner. À cette fin, on effectue des évaluations standardisées en milieu contrôlé sur un cyclo-wattmètre, ce qui permet d'obtenir une estimation de la puissance mécanique générée. (Debraux Pierre, 2010)

11.1. 1RM (répétition maximale)

La méthode du 1RM est couramment utilisée dans le domaine de la musculation et de l'entraînement sportif. Elle permet d'évaluer la force maximale d'un individu lors d'un exercice particulier, afin de travailler par la suite à différents pourcentages de cette force maximale. Cette méthode mesure la charge maximale qu'une personne peut soulever pour une seule répétition.

Il est essentiel de commencer par un échauffement pour préparer les muscles et les articulations à l'effort, puis de choisir un exercice spécifique pour lequel on souhaite mesurer sa force maximale (1RM).

On entame les séries avec une charge légère, en augmentant progressivement le poids à chaque série tout en réduisant le nombre de répétitions. Il faut continuer à augmenter la charge jusqu'à ce qu'il ne soit plus possible d'effectuer qu'une seule répétition de manière correcte. Cette dernière tentative représente notre RM pour cet exercice particulier. On comprend alors que, pour la méthode basée sur le 1RM, c'est à partir d'une seule et

unique donnée que je vais extrapoler mon programme d'entraînement. Je vais considérer la 1RM comme mon 100% et travailler ensuite à différents pourcentages de cette charge. (Legoue Clémence, 2024)

Chaque test a été précédé d'une série d'échauffement (6-10 répétitions), avec environ 50% de la charge estimée à utiliser comme première tentative pour chaque test. Cet échauffement a également servi à familiariser les sujets avec l'équipement de test et les techniques de chaque exercice. La procédure normale de test a commencé deux minutes après l'échauffement.

Après une minute de repos, les participants ont exécuté une charge (~80% du 1RM estimé) dans toute l'amplitude du mouvement. Après chaque performance réussie, le poids augmentait jusqu'à ce qu'une tentative échoue. Une minute de repos était accordée entre chaque tentative du 1-RM, 5 minutes de repos séparaient chaque test. Afin de faciliter la récupération et de réduire l'effet de la fatigue, les exercices ont été alternés entre le haut et le bas du corps. (Seo Dong-il & Al, 2012)

11.2. CMJ (countermouvement jump) test

La puissance des membres inférieurs est généralement évaluée indirectement par le biais du CMJ (Counter Movement Jump). (Marques Catarina & Al, 2024).

Les participants ont effectué un échauffement standard de 10 minutes composé de jogging, d'étirements dynamiques du bas du corps et de sauts verticaux. Ensuite, chaque participant a effectué cinq CMJ.

ils ont effectué chaque CMJ avec les mains sur les hanches, à partir d'une position statique debout et avec les jambes tendues pendant la phase d'envol du saut La réception a été effectuée simultanément avec les deux pieds en

gardant la dorsiflexion de la cheville. Les participants devaient sauter le plus haut possible.

L'application (nommée : My Jump2), a calculé le temps de vol du CMJ en identifiant les images de décollage et d'atterrissage de la vidéo, puis en le transformant en hauteur de saut à l'aide de l'équation décrite dans la littérature. (Balsalobre-Fernandez Carlos & Al, 2015)



Figure 10 : représente le protocole du CMJ test

11.3. Le Sargent test (test de saut vertical) :

Le saut vertical est le moyen le plus utilisé par les entraîneurs pour évaluer les qualités explosives des membres inférieurs, certainement parce qu'il est le plus simple à mettre en place sur le terrain. Mouvement explosif par excellence, le saut vertical est de très courte durée (≤ 2 secondes). (Hourcade Jean-Christophe, 2017)

Afin d'évaluer les performances du SJT, selon le protocole de Harman et al. (1991), les volontaires ont marqué leurs doigts de la main droite avec de la

craie orange. En se tenant debout, les pieds à plat, à côté d'un mur sur le côté droit, le bras droit tendu au-dessus de la tête, le volontaire marquait sur le mur le point le plus haut qu'il pouvait atteindre. Au moment précédant le saut, les volontaires pouvaient fléchir librement les membres inférieurs et préparer les membres supérieurs à une poussée soudaine vers le haut, afin de favoriser le saut vertical le plus élevé possible. Au point le plus haut du saut, les volontaires doivent tendre la main droite contre le mur afin de marquer la hauteur maximale sautée. La hauteur du saut correspondait à la différence entre les deux points marqués sur le mur. Tous les volontaires ont sauté trois fois, avec un intervalle minimum de 45 secondes entre les sauts, et seul le saut le plus élevé a été pris en compte. (Salles Paulo & Al, 2012)

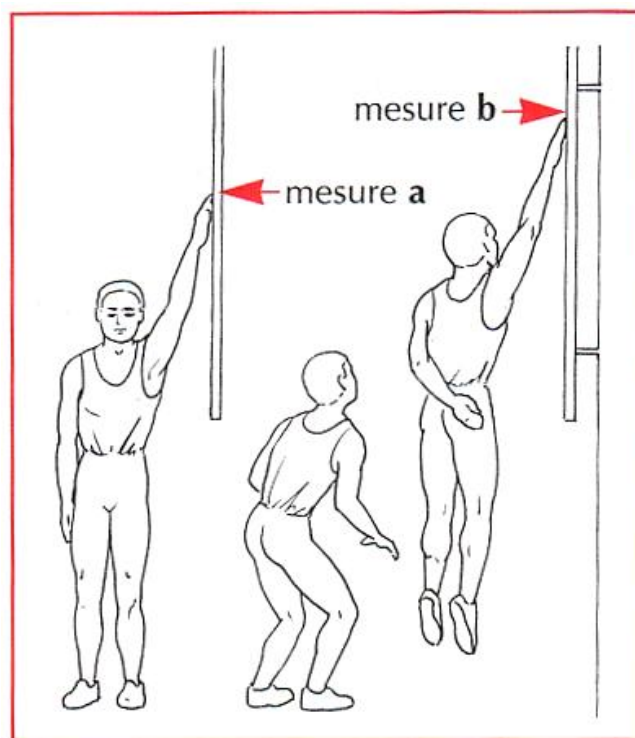


Figure 11 : représente le protocole du Sargent test

11.4. Margaria-kalamen test :

Les sujets se tenaient à 2 m de l'escalier (hauteur de l'escalier 0,165 m). Lorsqu'ils étaient prêts, ils ont sprinté vers les escaliers à partir d'un départ

debout. Les cellules photoélectriques étaient placées à la 8e et à la 12e marche. Les sujets avaient pour instruction de courir aussi vite que possible deux marches à la fois dans l'escalier et, à cette fin, toutes les marches paires étaient marquées visuellement. Afin d'éviter une éventuelle décélération avant d'atteindre la 12e marche, les sujets devaient courir jusqu'à la 16e marche. La puissance musculaire a été calculée à l'aide de la formule standard. (Nedeljkovic Aleksandar & Al, 2007)

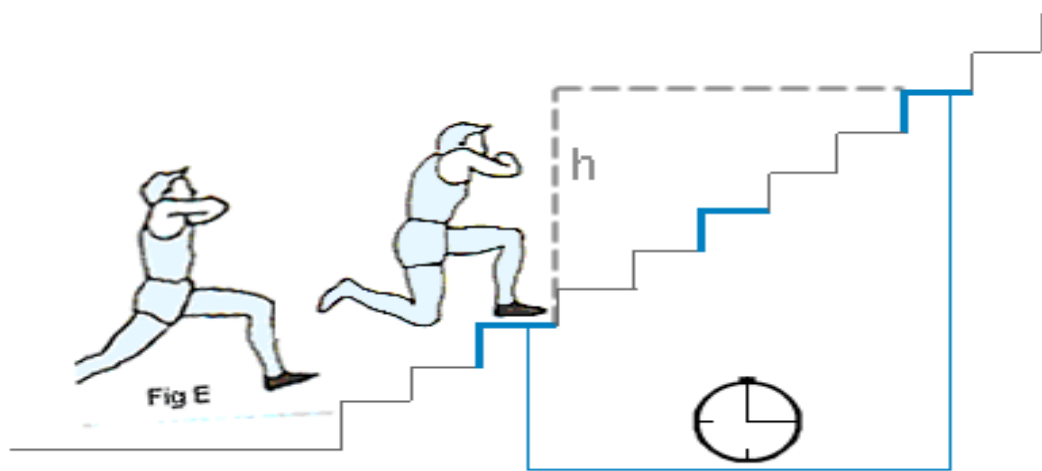


Figure 12 : représente le protocole du test Margaria-Kalamen

11.5. Test de Wingate :

Le test de « Wingate » est un des tests les plus largement utilisé pour quantifier la puissance mécanique. Il consiste à réaliser un sprint en pédalant le plus rapidement possible sur un cyclo-wattmètre pendant 30 secondes contre une résistance donnée avec un départ arrêté ou un départ lancé (e.g., cadence de 60 rpm sans génération de force motrice).

Le test de Wingate permet de déterminer la capacité d'un athlète à produire une puissance élevée sur 30s. Grâce à ce test, il est possible de déterminer la

puissance maximale produite (P_{MAX}, W), la puissance moyenne produite (P_{moy}, W) et un index d'endurance (IE, %) qui permet d'estimer la capacité d'un athlète à maintenir un pourcentage élevé de sa puissance maximale le plus longtemps possible sur la durée du test. (Castañeda Arkaitz, 2021)

11.6. Test « force-vitesse » :

Le test « Force – Vitesse » réalisé sur cyclo-wattmètre consiste en plusieurs sprints de 6 à 8 secondes, effectués contre trois niveaux de résistance ajustés en fonction de la masse corporelle du sujet. Ces charges de friction ont été choisies de manière à permettre aux participants d'atteindre des valeurs optimales de force et de vitesse, ainsi que de produire une puissance maximale sur le cyclo-wattmètre.

Ces tests de 6s permettaient de déterminer de manière indirecte les propriétés mécaniques musculaires (i.e., force de contraction et vitesse de raccourcissement) des membres inférieurs en déterminant les relations force – vitesse et puissance – vitesse.

Plus l'index d'endurance est bas, meilleure est la capacité de l'athlète à maintenir un niveau élevé de puissance. Cet index peut également être déterminé à partir de la pente de la droite de régression linéaire reliant la cadence à la puissance : dans ce cas, plus la pente est élevée, meilleur est l'index d'endurance. (Debraux Pierre, 2010)

Chapitre 03 :

la méthode

RSA et

l'endurance

en judo

1. Définitions de l'endurance

La notion d'endurance fait référence à la fois à l'endurance musculaire et à l'endurance cardiorespiratoire. Bien que ces deux composantes soient distinctes, elles fonctionnent en synergie, selon des proportions variables en fonction de l'activité pratiquée.

L'endurance musculaire correspond à la capacité d'un muscle, ou d'un groupe musculaire, à maintenir un certain niveau de force et de puissance sur la durée. Cette notion sera abordée plus en détail dans le cadre des entraînements à haute intensité.

L'endurance cardiorespiratoire est une compétence multi-systémique qui se rapporte à l'ensemble de l'organisme. Elle représente la capacité des systèmes cardiovasculaire et respiratoire à maintenir un apport d'oxygène aux muscles lors d'exercices prolongés.

Cette qualité est particulièrement sollicitée lors d'entraînements d'endurance aérobie à intensité submaximale, comme la course à pied sur de longues distances. C'est pourquoi, dans cette partie, nous y ferons principalement référence lorsque nous évoquerons les efforts d'endurance. (Chabaud Raphael, 2024)

Défini comme la capacité du corps à effectuer des activités pendant une longue période sans ressentir de fatigue, parallèlement à une récupération rapide. (Bahtra Ridho & Al, Enhancing VO2Max: contrasting effects of fartlek training and small-sided games. , 2024)

L'endurance est une qualité physique fondamentale dans la pratique sportive, y compris chez les athlètes dont la vitesse, la force ou la puissance constituent les qualités principales. Elle permet à ces capacités de s'exprimer pleinement

tout au long de la compétition, sans perte d'efficacité ni baisse de performance. (Paillard Thierry, 2014)

L'endurance est une notion très large pour l'athlète ; elle est avant tout spécifique à la discipline pratiquée, mais aussi à l'individu. L'endurance d'un marathonien diffère ainsi de celle d'un footballeur, et même au sein d'une même discipline, les besoins énergétiques varient d'un sportif à l'autre.

Elle peut être définie comme la capacité à maintenir une intensité d'action musculaire optimale sur une durée déterminée ou jusqu'à l'atteinte d'un objectif donné. Il s'agit d'une qualité plurifactorielle, étroitement liée à la capacité de l'organisme à renouveler rapidement l'énergie qu'il consomme. (Didier Reiss & Pascal Prévost, 2013)

Les athlètes présentant des niveaux élevés d'endurance aérobie (ou de condition cardiorespiratoire) peuvent s'exercer plus longtemps avant que la fatigue n'apparaisse et peuvent continuer à s'exercer plus longtemps dans un état de fatigue que ceux dont les niveaux d'endurance sont plus faibles. L'amélioration de l'endurance aérobie nécessite un potentiel oxydatif accru des fibres musculaires, qui se traduit par une augmentation du nombre et du volume des mitochondries (augmentation de la densité mitochondriale) et une activité accrue des enzymes oxydatives. Les taux de récupération sont également étroitement liés aux performances d'endurance. Une récupération plus rapide permet à l'athlète de réduire les intervalles de repos pendant et entre les séances d'entraînement et d'augmenter la charge d'entraînement globale. (Gregory Whyte, 2006)

2. Endurance en judo

Bien que de nature principalement anaérobie, les athlètes de judo ont besoin d'une bonne condition aérobie pour faciliter la récupération entre les combats ou les échanges. Le test permettant de déterminer l'aptitude aérobie des

judokas est le test VO2 max. Les judokas d'élite obtiennent des résultats modérément élevés au test VO2 max, avec une fourchette d'environ 50-55 ml/kg/min et 55-60 ml/kg/min pour les athlètes seniors féminins et masculins respectivement. Il contribue à la prévention des blessures et de constituer une bonne base de récupération entre les combats et les séances, et de permettre à l'athlète de tirer un meilleur profit des séances d'entraînement technique. Outre l'aide à la récupération, la forme aérobie est essentielle pour les judokas, car un combat peut durer plus de cinq minutes. La contribution des voies énergétiques aérobies augmente en pourcentage à chaque échange, et vers la fin d'un match de cinq minutes, le système énergétique aérobie est la source dominante de substrat énergétique. Par conséquent, la nécessité pour les judokas d'avoir un niveau élevé de condition physique aérobie est évidente et constitue un facteur clé de succès. (Burns Andy & Al, 2017)

C'est cette capacité qui permet au judoka de soutenir l'effort le plus longtemps possible lors d'un combat, dans des conditions majoritairement aérobies. Le concept d'aptitude aérobie chez le judoka est étroitement lié à la consommation d'oxygène. La puissance maximale aérobie peut être mesurée directement via la consommation maximale d'O₂, ou bien estimée à partir des performances obtenues lors d'un test submaximal. Le judo, en tant que sport d'opposition intense, se caractérise par des combats d'une durée moyenne de 4 à 5 minutes, répétés 5 à 6 fois au cours d'une journée de compétition. Ces affrontements comportent des phases d'attaque répétées et de haute intensité, sollicitant fortement les capacités aérobies de l'athlète. (Ndiaye Ibrahima, EVALUATION DES QUALITES PHYSIQUES DES JUDOKAS DES EQUIPES NATIONALES JUNIORS ET SENIORS DU SENEGAL, 2010)

L'endurance désigne la capacité d'une personne à travailler à un niveau élevé pendant une période prolongée sans s'épuiser. Si une personne peut travailler

constamment pendant une longue période, on considère qu'elle a de l'endurance. (Sepriani Rika & Al, 2024)

Le combat de judo étant une activité à durée déterminée — quatre minutes effectives chez les seniors — et la compétition comprenant un nombre maximal de combats (variable selon le format), l'endurance du judoka peut être définie comme sa capacité à maintenir, dans un état physiologique stable, le pourcentage le plus élevé possible de sa consommation maximale d'oxygène (VO_2max) tout au long de l'ensemble des combats à disputer. (Paillard Thierry, 2014)

Les capacités fonctionnelles des judokas suggèrent qu'il existe un lien entre la capacité aérobie et la vitesse de récupération après une activité intermittente de haute intensité. Les judokas ayant une capacité aérobie élevée sont capables de supporter des niveaux d'activité sous-maximaux avec une sensation d'effort plus réduite que les judokas ayant une capacité aérobie plus faible. En outre, une capacité aérobie élevée permet à un judoka de préserver le glycogène, ce qui retarde l'apparition de la fatigue pendant le combat et accélère la récupération après un effort anaérobie. (Stankovic Nemanja & Al, 2019)

Le métabolisme aérobie contribue à une restauration plus rapide des substrats à haute énergie et à une accumulation retardée des métabolites dans les périodes de pause entre les attaques ainsi qu'une récupération plus rapide après les matchs consécutifs. Par conséquent, la capacité aérobie est considérée comme une condition préalable à un entraînement de haut niveau et à la performance compétitive des judokas (Dimitrova Diana & Al, 2020)

ce qui permet une action de récupération plus rapide tout au long du match et entre les matchs successifs d'une compétition (Da Silva Luvanor Santana & Al, 2021)

3. Types d'endurance :

L'endurance regroupe plusieurs caractéristiques et composantes, dont l'importance varie en fonction de la période d'entraînement. Chaque type de travail se développe toutefois à une intensité spécifique, déterminée en fonction de la vitesse maximale aérobie (VMA) ou de la $vVO_2\text{max}$, évaluée à l'aide de tests comme le Vameval ou le Léger-Boucher.

Endurance aérobie :

Elle constitue l'intensité de base de l'entraînement physique, favorisant principalement l'utilisation des lipides comme source d'énergie. Cette sollicitation des acides gras libres permet de préserver la glycémie sanguine.

Ce type de travail favorise également une meilleure mobilisation des cellules adipeuses, améliore l'irrigation du système cardiovasculaire, renforce la capillarisation, et augmente ainsi la surface d'échange métabolique. Ces adaptations contribuent à une optimisation des ressources énergétiques et des réserves en oxygène.

Le niveau de capillarisation des muscles est principalement déterminé par la demande en oxygène, quel que soit le type de fibres musculaires. Cette donnée est essentielle, car elle renseigne sur la capacité de distribution de l'oxygène et des substrats énergétiques, ainsi que sur l'efficacité de l'élimination des déchets métaboliques.

L'entraînement en endurance fonctionnelle (EF) contribue ainsi à augmenter le volume cardiaque ainsi que le volume d'éjection systolique.

Il se pratique à une intensité supérieure à 50 % de la $vVO_2\text{max}$. Certains chercheurs utilisent la fréquence cardiaque comme indicateur de l'intensité de l'effort.

Elle est généralement mise en œuvre au début de la saison pour établir la base de la condition physique du joueur avant de passer à des séances de préparation physique plus ciblées. (Dellal Alexandre, 2008)

Elle est liée à la capacité d'une personne à effectuer des activités pendant une longue durée et à éviter les risques de fatigue. (Umam Aji, 2023)

L'endurance aérobie est la capacité de l'organisme à absorber, transporter et utiliser l'oxygène. (Bahtra Ridho & Al, Small-Sided Games 5v5: Improving Aerobic Endurance of Youth Football Players. , 2023)

L'endurance aérobie désigne la capacité des grands muscles à effectuer des tâches d'intensité modérée pendant une période prolongée.

L'endurance aérobie est un facteur de la condition physique qui joue un rôle essentiel dans le maintien de la fonction physique. (Sepriani Rika & Al, 2024)

Une bonne endurance aérobie permet aux athlètes de récupérer rapidement entre ces périodes d'activité et de réaliser des performances de haut niveau pendant toute la durée de la compétition. Elle contribue également à réduire le risque de blessure et à améliorer la santé physique en général. (Boby Farjana & Badhan Manisha, 2023)

3.1. Endurance anaérobie :

L'endurance anaérobie désigne la capacité de l'organisme à produire de l'énergie rapidement et puissamment.

L'endurance anaérobie est améliorée par des exercices de haute intensité alternés avec de courtes périodes de repos. (Fahrudin M & Al, 2024)

l'endurance anaérobie est liée à la capacité explosive du corps à se déplacer rapidement et de manière répétée avec des intervalles de repos.

une personne ayant une bonne capacité anaérobie aura un cœur efficace, des poumons efficaces, une bonne circulation sanguine, de sorte que les muscles sont capables de travailler en continu sans fatigue excessive. Une bonne endurance anaérobie est un atout précieux pour les athlètes. (Umam Aji, 2023)

3.2. Capacité Aérobie (CA) :

Elle favorise un processus glycolytique qui provoque une accumulation de lactate et, par conséquent, une augmentation de la réserve de glycogène dans les muscles.

La CA va optimiser le fonctionnement des systèmes cardiovasculaire et cardio-respiratoire en augmentant le nombre et la surface des mitochondries, qui sont essentiels pour améliorer l'endurance et, par conséquent, la capacité de l'organisme à stocker de l'oxygène au niveau cellulaire et sanguin.

Elle s'effectue à un rythme variant entre 70% et 85% de la $vVO_2\text{max}$ ou de la VMA. Certains auteurs suggéraient de travailler en fonction de la fréquence cardiaque.

Elle est fréquemment employée dès le début de la saison, sous forme de jogging, pour préparer l'athlète, renforcer les structures physiologiques propres à l'endurance et restaurer une facilité respiratoire.

3.3. Puissance Aérobie (PA) :

Elle représente l'intensité à partir de laquelle nous augmentons et optimisons notre potentiel en endurance ainsi que notre capacité à maintenir des courses à haute intensité.

La production de lactate devient significative lorsque les concentrations sanguines atteignent entre 7,5 et 16 mmol/L. Dans le sang, l'acide lactique se dissocie en lactate et en protons H^+ . À cette intensité, le principal substrat énergétique utilisé est le glycogène.

On observe alors une augmentation de l'activité de certaines enzymes glycolytiques et oxydatives, telles que la phospho-fructo-kinase (PFK), la malate-déshydrogénase (MDH) et la succinate-déshydrogénase (SDH), tandis que l'entraînement en endurance n'a pas d'effet notable sur la phosphorylase.

Cette sollicitation accrue du glycogène, et l'accumulation de lactate qui en résulte, favorisent l'augmentation des réserves de glycogène musculaire à travers différents processus de dégradation.

Ces adaptations contribuent à améliorer le VO_{2max} et la VMA, aspects qui seront détaillés dans la section consacrée aux exercices intermittents.

Elle se pratique à une vitesse variant entre 90 % et 120 % de la vVo_{2max} ou de la VMA.

Nous distinguons trois types d'exercices : continu, par intervalles ou intermittents. Les exercices intermittents, notamment les courses de courtes durées en ligne puis en navette, sont les plus couramment utilisées au cours de la saison. Il s'agit principalement d'exercices intermittents de type 30-30, 45-15, 20-20, 15-15, 10-10, 5-25 (temps de travail - temps de récupération). (Dellal Alexandre, 2008)

4. Les déterminants de l'endurance :

Les performances en endurance sont favorisées par la prédominance des fibres lentes de type I.

Elles dépendent de la capacité à fournir aux fibres musculaires actives des quantités adéquates d'oxygène et de nutriments essentiels, à éliminer la chaleur métabolique, le dioxyde de carbone et autres déchets, et à maintenir l'homéostasie de l'organisme.

Activités d'endurance, généralement des épreuves nécessitant une heure ou plus d'activité physique.

Dans de nombreuses catégories de compétitions sportives prolongées, des facteurs centraux (notamment la capacité de pompage du cœur) semblent importants pour la réussite, mais dans certaines épreuves (par exemple, le navigateur de dériveur qui doit effectuer des mouvements répétés de « marche » pour contrebalancer une petite embarcation), la capacité à maintenir des contractions musculaires portantes (endurance musculaire isométrique) est un facteur critique. Dans d'autres cas (comme un tournoi de tennis prolongé), des mouvements de bras puissants et répétés (endurance musculaire isotonique) sont nécessaires à la réussite.

Le coureur de fond a avant tout besoin d'endurance cardiovasculaire. Un flux sanguin important vers les muscles sollicités doit être maintenu, car la précharge cardiaque est réduite par la transpiration et l'extravasation de liquide dans les tissus actifs, et la résistance périphérique est diminuée par l'augmentation de la température corporelle.

Lors des épreuves de très longue distance, la performance est menacée par d'autres facteurs : l'épuisement des réserves de glycogène intramusculaire et hépatique, la dispersion des réserves d'ions calcium sarcoplasmiques nécessaires à l'initiation de la contraction musculaire et la fuite d'ions potassium intracellulaires qui menace la fonction électrique des membranes musculaires. (Shephard RJ, 2000)

4.1. VO₂max (consommation maximale d'oxygène) :

L'absorption maximale d'oxygène (VO₂ max) est un aspect fondamental de la condition physique pour un certain nombre de sports, en particulier ceux qui sont principalement de nature aérobie ou qui sont pratiqués à des intensités égales ou proches de VO₂ max.

Il est un indicateur majeur de l'endurance car il représente la capacité maximale d'un athlète à utiliser l'oxygène, C'est le taux le plus élevé auquel l'oxygène peut être extrait, transporté et consommé, dans le processus de synthèse aérobie de l'ATP. Mesuré en litres de consommation d'oxygène par minute ou par millilitres d'oxygène par kilogramme de poids corporel par unité de temps. (Gregory Whyte, 2006)

La consommation maximale d'oxygène (VO₂max) est définie comme la quantité maximale d'oxygène qu'un individu peut consommer et utiliser dans les tissus actifs. Il s'agit généralement de la mesure acceptée de l'aptitude cardiorespiratoire d'un individu et de la capacité fonctionnelle du cœur.

Une VO₂max élevée est le résultat d'adaptations centrales et périphériques des systèmes respiratoire, cardiovasculaire et musculo-squelettique résultant d'un entraînement d'endurance. (Green Griffin & Al, 2023)

il constitue une norme essentielle pour l'évaluation de la condition aérobie (Taufik Muhamad & Al, 2023)

4.2. PMA (puissance maximale aérobie) :

Elle est la quantité maximale d'oxygène qu'un organisme peut utiliser au cours d'un travail musculaire intense (Stong Luke & Al, 2021)

Il est largement reconnu comme un indicateur important de la condition cardiovasculaire et respiratoire et comme un bon prédicteur de la réussite dans les épreuves d'endurance. (Lortie G & Al, 1984)

4.3. VMA (vitesse maximale aérobie) :

C'est la vitesse au début du plateau VO₂ (en laboratoire), et donc, c'est la vitesse maximale où les ressources aérobies sont principalement utilisées. (Thron Maximiliane & Al, 2024)

Il est bien établi que la VMA est un excellent outil pour permettre aux entraîneurs de prescrire des charges d'entraînement adéquates. (Benhammou Saddek & Al, 2021)

4.4. Le seuil anaérobie :

Pour estimer la contribution du métabolisme aérobie lors d'un exercice à intensité constante, certains chercheurs se sont intéressés à la dynamique du lactate sanguin (LA) afin d'évaluer le rôle du métabolisme anaérobie durant un effort prolongé. Le seuil anaérobie correspond généralement à l'intensité maximale à laquelle un exercice peut être soutenu sans entraîner une élévation significative de la concentration en acide lactique, indiquant ainsi un état d'équilibre. Cet équilibre, souvent désigné sous le nom d'« état stable maximal de lactate », se situe habituellement entre 2 et 3 mmol/L. Pour certains auteurs, le seuil anaérobie est fixé à 4 mmol/L, tandis que le seuil de lactate est défini comme une augmentation rapide de la concentration de LA dans le sang ou le plasma, par rapport aux valeurs mesurées au repos.

4.5. La puissance critique :

Afin de contourner les nombreuses limites liées au concept de seuil anaérobie, le modèle de la puissance critique (PC) a récemment été réévalué. Ce concept désigne l'intensité maximale qu'un individu peut soutenir pendant une très longue période, voire théoriquement de façon indéfinie, sans entraîner de fatigue. La PC est déterminée à partir de la pente de la relation entre le travail maximal réalisable (W_{lim}) et le temps limite de maintien (T_{lim}), mesurés pour au moins trois niveaux d'intensité d'effort. (Babineau Charles, 1999)

4.6. Répartition des FM

En raison de leur grande capacité oxydative, les fibres musculaires de type I sont les plus sollicitées lors des efforts d'endurance aérobie. Une forte proportion de ces fibres, qu'elle soit d'origine génétique ou acquise par un entraînement prolongé, constitue un atout majeur pour les athlètes d'endurance. De manière générale, les marathoniens les plus performants présentent entre 93 % et 99 % de fibres de type I dans leurs muscles jumeaux.

La composition en FM n'est pas le seul facteur anatomique de compétitivité : l'indice de masse corporelle, la stature et les proportions des membres influencent indéniablement la performance aérobie finale. Tout comme les entraînements de force, l'optimisation de la performance passera aussi par l'amélioration des coordinations intermusculaires et intramusculaires. (Chabaud Raphael, 2024)

4.7. Système cardiovasculaire

Le niveau de fréquence cardiaque (FC) atteint pendant l'effort constitue un facteur limitant important des performances en endurance aérobie. Au niveau du myocarde, cette limitation est liée au débit cardiaque requis pour éjecter, à chaque contraction, une quantité suffisante de sang afin de satisfaire les besoins en oxygène des muscles actifs. Un cœur en bonne santé, de grande taille et aux parois épaisses, est généralement associé à une consommation maximale d'oxygène plus élevée.

Ainsi, un volume d'éjection systolique (VES) élevé et une fréquence cardiaque (FC) relativement basse, tant à l'exercice qu'au repos, indiquent de bonnes performances aérobies. Par conséquent, le myocarde est moins sujet à la fatigue et la récupération, qui se traduit par un retour plus rapide à la fréquence cardiaque de repos, est optimisée chez l'athlète endurant. En pratique, la mesure continue de la fréquence cardiaque s'avère être un outil

essentiel pour évaluer les performances aérobies et l'intensité de l'entraînement, en particulier lors de l'apparition de la fatigue. En ce qui concerne la circulation périphérique, cela repose principalement sur une différence artério-veineuse de concentration en oxygène plus marquée, ce qui témoigne d'une meilleure captation d'oxygène au niveau des tissus. Enfin, le débit d'oxygénation musculaire à l'effort dépendra de la densité capillaire, ainsi que de la répartition du sang intramusculaire, du contenu mitochondrial et des quantités d'hémoglobine et de myoglobine. (Chabaud Raphael, 2024)

4.8. Réserves énergétiques

Les réserves d'énergie intracellulaire, principalement sous forme de glycogène, et dans une moindre mesure de graisses, jouent un rôle déterminant dans les capacités d'endurance. Plus les stocks initiaux de glycogène musculaire et hépatique sont élevés, plus l'athlète peut maintenir un effort à haute intensité. En revanche, si ces réserves s'amenuisent, le métabolisme oxydatif se tourne majoritairement vers l'oxydation des lipides, ce qui contraint à réduire l'intensité de l'effort et, par conséquent, diminue la performance. Les sportifs les mieux entraînés parviennent toutefois à mobiliser une quantité plus importante d'acides gras libres dans le métabolisme oxydatif, même lorsque l'intensité de l'exercice augmente. (Chabaud Raphael, 2024)

5. Adaptations du corps à l'entraînement en endurance :

L'endurance fait partie des qualités fondamentales de la condition physique, au même titre que la coordination, la vitesse et la souplesse. Elle joue un rôle essentiel dans la performance sportive, tant dans les disciplines individuelles que collectives. Être endurant signifie être capable, face à des sollicitations physiques, mentales, émotionnelles ou sensori-motrices, de retarder l'apparition de la fatigue et de récupérer efficacement. Une bonne endurance

de base se traduit par une meilleure qualité d'exécution des mouvements dans la durée, une concentration accrue, une plus grande clarté mentale en situation d'effort, ainsi qu'une récupération plus rapide. Elle contribue également à diminuer le risque de blessures liées à la fatigue physique et psychique.

Le maintien ou l'amélioration de ces capacités par l'entraînement est possible à tout âge et peut prendre différentes formes. Souvent considéré comme monotone et contraignant, l'entraînement en endurance peut en réalité être varié et adapté à différentes disciplines. (Brugger David, 2012)

L'exercice d'endurance est un type de sport qui a pour objectif de renforcer l'efficacité et la résistance cardiorespiratoire. Les athlètes d'endurance, y compris les coureurs, cyclistes, nageurs et rameurs, doivent être capables de conserver une intensité d'exercice élevée sur une longue durée. On peut noter plusieurs modifications fonctionnelles et structurelles à divers échelons, y compris au niveau musculaire, du système cardiovasculaire, du métabolisme énergétique, osseux, immunitaire et finalement endocrinien, afin de permettre une meilleure gestion de l'effort par l'organisme.

5.1. Plasticité musculaire :

La plasticité musculaire est la capacité du muscle à se remodeler et à s'adapter en réponse à un stress environnemental, notamment l'entraînement physique. Cette adaptation est le résultat d'une demande énergétique accrue et permet une amélioration de la performance physique, ainsi que de prévenir de la fatigue et des lésions musculaires. Cette plasticité musculaire est dictée par différents facteurs tel que l'hérédité, l'âge, le sexe, et par l'activité neuromusculaire.

5.2. Adaptation cardio-vasculaire :

L'un des nombreux procédés qui aident les athlètes à dépasser leurs propres frontières et à réaliser des performances remarquables est l'adaptation cardiovasculaire. Elle peut se présenter de multiples façons. L'exercice régulier favorise l'activité cardiaque, puisque le cœur est amené à pomper davantage de sang pour satisfaire les exigences du corps. Cette stimulation du cœur provoque des modifications dans sa structure et sa fonction. Chez les athlètes, on observe une augmentation du volume d'éjection systolique, causée par un accroissement de la volémie, l'élargissement des espaces cardiaques et une amélioration de la contraction et de la relaxation. Autrement dit, le cœur des athlètes d'endurance se remplit davantage et se vide plus efficacement.

5.3. Adaptation métabolique :

Le processus d'adaptation métabolique chez l'athlète est un mécanisme complexe et dynamique qui se manifeste suite à une pratique régulière de l'activité physique. Cette adaptation favorise la capacité du corps à répondre aux exigences métaboliques croissantes de l'exercice physique en améliorant l'efficacité des mécanismes métaboliques pour satisfaire ces requêtes.

L'entraînement d'endurance stimule la multiplication des mitochondries, ces organites cellulaires qui sont chargés de produire de l'énergie dans les fibres musculaires oxydatives et ont la capacité de générer de l'énergie via le processus aérobie. Ainsi, leur augmentation conduit à une amélioration de la production d'énergie aérobie.

5.4. Adaptation lactique :

L'acclimatation au lactate est essentielle pour les athlètes d'endurance, car elle leur offre la possibilité de maintenir leur performance sur une durée prolongée. Cette adaptation implique une transformation à la fois dans la production de cet acide lactique et aussi dans son utilisation. Effectivement, le lactate est généré lorsque les cellules musculaires exploitent le glucose en tant

que source d'énergie lors du processus de glycolyse anaérobie, c'est-à-dire en l'absence d'oxygène. Toutefois, ce processus entraîne l'accumulation de lactate dans les muscles et le sang, susceptible de provoquer des douleurs musculaires et de la fatigue chez les athlètes à cause du stress métabolique généré lors d'une activité physique intense, prolongée ou répétée.

5.5. Adaptation du capital osseux :

La structure porteuse³⁵ de notre corps est constituée par les os permettant de former notre endosquelette. Leur fonction est de protéger les organes internes tout en permettant la mobilité. La plupart des os se développent à partir d'une base cartilagineuse, qui se calcifie avec le temps pour devenir un os mature. Une fois mature, l'os est le tissu corporel le plus résistant, composé de 20% d'eau, 35% d'éléments organiques et 45% de minéraux. (Famy Amandine, 2024)

6. Tests d'endurance :

6.1. Test navette de luc-léger :

Le test de course navette sur 20 m consiste à courir sans s'arrêter en effectuant des allers retours sur un parcours de 20 m, le test est de type maximal et progressif : les sujets courent le plus longtemps possible jusqu'à ce qu'ils ne puissent plus suivre la vitesse imposée, qui commence à 8,5 km.h⁻¹ et augmente de 0,5 km.h⁻¹ toutes les minutes.

Une bande magnétique sert de support audiovisuel au test de la navette de 20 m, à chaque signal sonore le sujet doit atteindre simultanément une extrémité du parcours de 20 m, une avance ou un retard de 1 ou 2 m sont tolérés. Aucun virage n'est autorisé, le changement de direction se fait par un arrêt suivi d'un départ. (Leger Luc & Al, 1984)

6.2. Test Cooper de course (12minutes) :

Les sujets ont reçu pour instruction de faire autant de tours que possible sur une piste extérieure pendant la période de test de 12 minutes. L'accent a été mis sur la nécessité de se rythmer pendant toute la durée du test. L'administrateur du test a compté les tours effectués pendant la période de test de 12 minutes, tout en annonçant le temps écoulé à 3, 6 et 9 minutes et en encourageant verbalement les sujets. A la fin de la période de 12 minutes, l'administrateur du test a appelé les sujets à « s'arrêter » et une roue de mesure a été utilisée pour déterminer la fraction du dernier tour effectué par chaque sujet. Cette distance a été ajoutée à la distance déterminée par le nombre de tours effectués pour donner la distance totale parcourue pendant le test. L'équation standardisée de Cooper a ensuite été utilisée pour convertir la distance parcourue en une estimation de la Vo₂max. (Penry Jason & Al, 2011)

6.3. Test yo-yo

Dans le test de récupération intermittente Yo-Yo, l'individu doit courir des distances de 2×20 m à des vitesses progressivement croissantes, entrecoupées d'une période de 10 secondes (contrôlée par des signaux audio) de jogging autour d'un marqueur placé à 5 m derrière la ligne d'arrivée après chaque 40 m. Le test se termine lorsque le participant choisit d'y mettre fin, ou lorsqu'il ne peut pas terminer la course navette à temps à deux reprises consécutives en raison de l'épuisement. Le résultat de ce test est la distance totale parcourue avec succès. Ce test entraîne une charge aérobie très élevée et une charge anaérobie faible à modérée. Le test de récupération intermittente Yo-Yo comporte deux niveaux (niveau 1 et niveau 2), la version de niveau 2 commençant à une vitesse initiale plus élevée.

Le test d'endurance intermittent Yo-Yo est différent de la version de récupération intermittente, car les vitesses sont plus basses, il y a plus de répétitions à chaque vitesse, les augmentations progressives de la vitesse sont plus faibles, et il comprend une récupération de 5 s de jogging autour d'un marqueur placé à 2,5 m derrière la ligne d'arrivée après chaque intervalle. Comme le test de récupération intermittente, cette version comporte également deux niveaux différents (niveau 1 et niveau 2) qui se distinguent par leur vitesse initiale. Le test d'endurance intermittent Yo-Yo est utile pour déterminer la capacité d'un individu à récupérer d'un exercice répété dont la contribution du système anaérobie est élevée. (Grgic Jozo & Al, 2019)

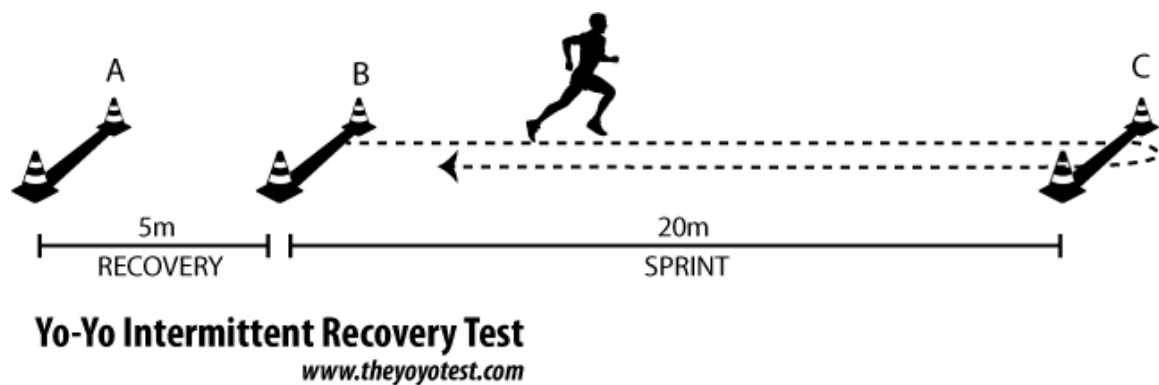


Figure 13 : représente le protocole du test Yo-Yo

6.4. Test VAM-EVAL :

Le parcours du test se fait sur une piste de 200 mètres. La vitesse est déterminée par un signal sonore. La vitesse initiale du test est de 8,5 km/h et augmente de 0,5 km/h toutes les minutes. Des cônes sont placés tous les 20 mètres pour permettre au sujet de réguler sa course avec le signal sonore. Le test se termine lorsque le sujet s'arrête à cause de la fatigue ou lorsque, deux fois de suite, il n'atteint pas la zone de signal sonore. La vitesse enregistrée est celle atteinte lors du dernier palier complété. Les paliers incomplets ne sont pas pris en compte. (Garcia Gaston & Al, 2013)

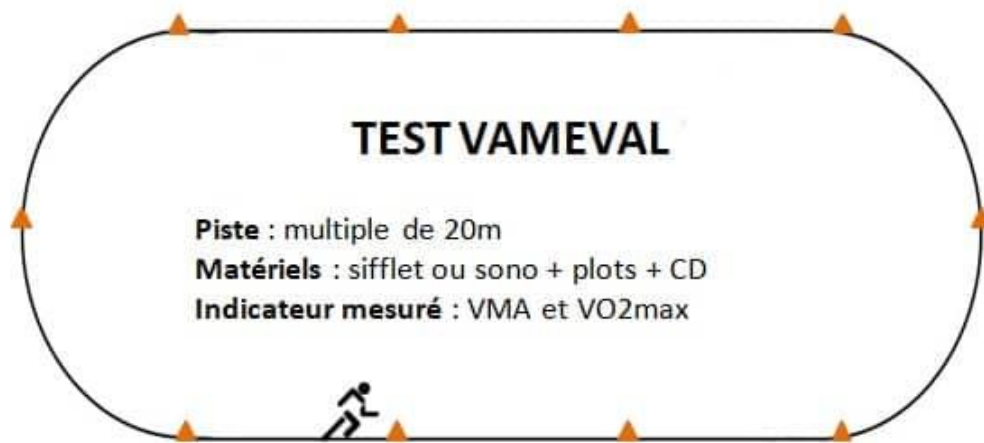


Figure 14 : représente le protocole du test VAM-EVAL

6.5. Le Test 45-15 de Gacon :

Le 45-15 a été réalisé sur une piste d'athlétisme selon les procédures proposées par Gacon. Le protocole 45-15 consiste à parcourir en 45 s des distances progressivement plus longues en utilisant la course en ligne entrecoupée de 15 s de récupération passive. La vitesse de départ est fixée à 10 km/h (c'est-à-dire 125 m en 45 s) avec des incréments successifs constants de 0,5 km/h au cours de chaque séquence de 45 secondes. Plus précisément, les augmentations de vitesse sont réalisées en ajoutant 6,25 m à la distance précédente parcourue à chaque séquence successive de 45 secondes. Les intervalles de temps ont été dictés aux athlètes à l'aide d'indices audio (bips) diffusés par un logiciel conçu à cet effet. Afin d'aider les athlètes pendant le test, des marqueurs ont été placés à 20 mètres d'intervalle le long du parcours. L'incapacité du joueur à maintenir le rythme pendant deux 20 mètres successifs était considérée comme une incapacité à poursuivre le test 45-15. La dernière vitesse atteinte en cas d'échec subjectif ou objectif a été considérée comme le résultat du test. (Castagna Carlo & Al, Validity and Reliability of the 45-15 Test for Aerobic Fitness in Young Soccer Players. , 2014)

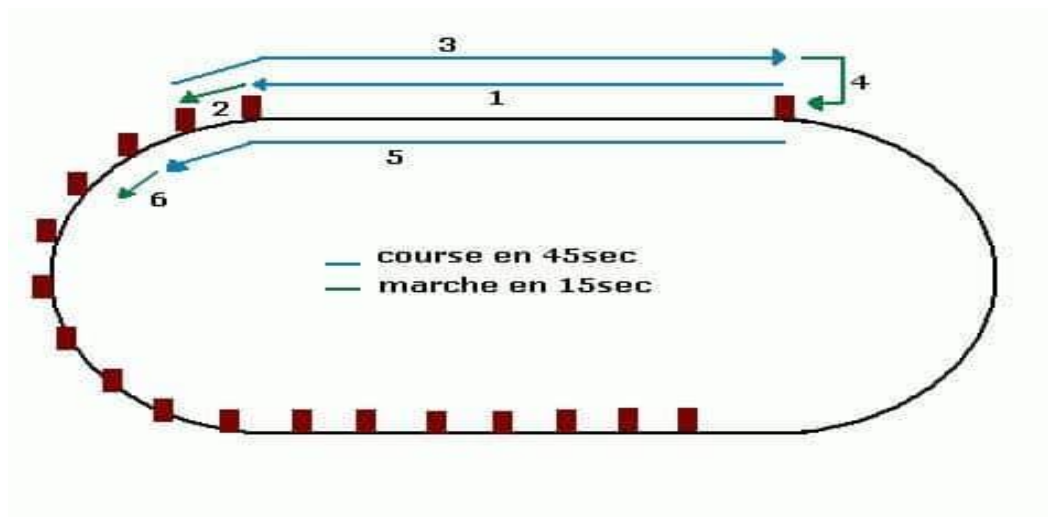


Figure 15 : représente le protocole du test Gacon 45-15

7. Définition du RSA (Repeated-sprint-ability) : aptitude à répéter des sprints.

La capacité de sprint répété est couramment désignée par l'acronyme RSA. Dans la recherche scientifique, la RSA est définie comme la faculté d'un athlète à réaliser des efforts maximaux ou sous-maximaux (comme des sprints) entrecoupés de courtes périodes de récupération, le tout s'étalant sur une durée de 1 à 4 heures. Les temps de travail les plus pertinents pour la RSA, identifiés dans le domaine sportif, sont ceux inférieurs à 10 secondes, où l'intensité maximale peut être maintenue de manière répétée. Le nombre d'intervalles d'effort ainsi que la durée des repos sont également des éléments qui peuvent fluctuer en fonction du sport, de la position et du niveau de l'athlète. Les intervalles de repos qui sont au cœur de cette étude sont inférieurs à 60 secondes, ce qui permet d'observer une diminution de la performance de manière évidente. La dégradation de la performance lors des sprints répétés se manifeste dès le premier sprint effectué. Cette diminution peut être attribuée à divers facteurs, tels qu'une réduction de l'activité

neuromusculaire ou une baisse de la production de puissance musculaire. (Groulx Guillaume, 2018)

Le concept « Repeated Sprint Ability » peut être interprété comme l'aptitude à sprinter, récupérer et sprinter de nouveau, ces séquences d'efforts intermittents (sprint, récupération, sprint) pouvant être répétées plusieurs fois). Très récemment, Almansba et Comtois (2013) ont défini exhaustivement le RSA comme l'aptitude du joueur à maintenir de 100 à 90% du pic de vitesse atteint lors d'un sprint singulier (<10 sec) au cours des sprints suivants séparés par de courtes période de récupération (<30 sec). (Almansba Ramdane, 2013)

et il a été couramment utilisé comme un paramètre important de la performance athlétique par rapport à la résistance à la fatigue. (Gantois Petrus & Al, Repeated sprints and the relationship with anaerobic and aerobic fitness of basketball athletes., 2017)

La capacité d'un individu à maintenir ses performances de sprint est connue sous le nom de « capacité de sprint répété » (RSA) qui dépend largement de l'étendue de la resynthèse de la phosphocréatine (PCr) et de l'élimination des ions hydrogène (H^+) du muscle au cours de la récupération entre les courses. Il a déjà été proposé que la capacité de sprint répété d'un individu puisse être favorisée par sa capacité aérobie, car une capacité aérobie accrue peut augmenter la capacité de tolérer, d'éliminer et de tamponner les H^+ du muscle en activité et également améliorer la resynthèse de PCr et d'adénosine triphosphate (ATP) à partir de phosphates inorganiques après l'exercice. (Jones Mark & Al, 2013)

C'est la capacité d'un athlète à résister de manière répétée à la fatigue à des intensités de travail élevées qui lui confère un avantage concurrentiel (Lowery Matthew & Al, 2018)

Malgré la prédominance de l'anaérobie dans les efforts de cette nature, des études antérieures ont suggéré qu'une aptitude aérobie élevée peut contribuer à la performance des efforts répétés. (Gantois Petrus & Al, Repeated sprints and the relationship with anaerobic and aerobic fitness of basketball athletes., 2017)

8. La physiologie des sprints répétés :

8.1. L'ATP de base

Avant l'exercice, les réserves d'ATP contenues dans le muscle fournissent l'énergie initiale qui permet une contraction maximale, mais qui s'épuise ensuite au bout de trois secondes maximum. lors d'un sprint bref de moins de 6 secondes, l'ATP stockée ne représente que 8 % à 16 % de l'effort fourni. Ainsi, cette ressource qui s'épuise rapidement devra être soutenue par le système ATP-CP pour prolonger la durée de l'intensité. (Groulx Guillaume, 2018)

8.2. Le système phosphocréatine

Plusieurs études ont examiné l'utilisation des substrats énergétiques lors d'efforts maximaux de moins de 6 secondes. Elles comparent les réserves de phosphocréatine après un sprint de 6 secondes sur ergocycle. Les mesures recueillies avant le sprint de 6 secondes ont été mises en comparaison avec celles obtenues à 10, 30 et 180 secondes après l'effort.

Une programmation adéquate d'entraînement de sprints exige la compréhension des demandes bioénergétiques impliquées au cours de cette activité. En examinant le métabolisme musculaire durant des sprints répétés, on constate une contribution importante de la phosphorylcréatine (PCr) comme source d'énergie.

Lors de l'analyse de la phosphocréatine 10 secondes après l'exercice pour l'épreuve de 5 x 6 secondes de sprint, une diminution de 73 % a été observée, contre 45 % pour l'épreuve de 1 x 6 secondes de sprint. À la lumière de ces résultats, il est donc clair que l'utilisation de la phosphocréatine joue un rôle crucial dans la réalisation de sprints courts et que sa resynthèse n'est pas entièrement achevée lors d'épreuves nécessitant la répétition de sprints. (Rivière Gwladys, 2011)

8.3. Le système glycolytique

Même si l'ATP-CP offre environ 6 à 7 secondes d'effort intense, des études ont montré la présence d'acide pyruvate. Ceci est attribué à l'usage du glycogène pendant les efforts de moins de 6 secondes, illustrant l'emploi simultané de plusieurs systèmes énergétiques lors d'un sprint bref. À partir du second effort maximal, les systèmes glycolytiques et ATP-CP contribuent de manière simultanée et quasi équitable à la réalisation de cet effort. En outre, il semble qu'il existe une restriction de 9 mmol concernant l'utilisation des réserves de phosphocréatine, ce qui suggère que le glycogène génère de l'énergie simultanément avec le système ATP-CP. (Groulx Guillaume, 2018)

8.4. Le système oxydatif

Dans la revue de la littérature sur les RSA, il est souligné que l'apport du système oxydatif lors d'un seul sprint serait d'environ 10 % et pourrait aller jusqu'à 40 % lors de sprints répétés. Cela démontre la contribution du système oxydatif dans une épreuve de sprints répétés. (Groulx Guillaume, 2018)

À mesure qu'un athlète avance dans une série de sprints répétés, sa consommation d'oxygène augmente. De plus, cette consommation peut être accrue davantage, dépendamment de l'utilisation d'une période de récupération passive ou active.

Il est démontré qu'il y a une corrélation entre la capacité de répétition de sprints et le VO₂max.

L'optimisation du VO₂max et son maintien à un niveau vont permettre de mieux réitérer les sprints et de mieux récupérer entre chaque sprint.

L'analyse de la cinétique du VO₂max lors de 15 sprints de 40m avec 25s de récupération démontrerait que le système cardio-respiratoire serait corrélé à la performance lors de la répétition de sprints de 40m. (Dellal Alexandre, 2008)

8.5. Lactatémie, pH intramusculaire :

En dépit des controverses dans la littérature, la lactatémie reste encore un bon marqueur indirect des conditions métaboliques de la cellule musculaire qui conduisent à l'acidose. Il est maintenant reconnu que la réduction de l'acidose est possible en présence d'une lactatémie élevée par l'action de tamponnage des ions H⁺. Lors d'un exercice maximal, cela permet à la glycolyse anaérobie de continuer, résultant en une plus grande lactatémie sans augmenter l'accumulation de H⁺ dans le sang. (Freiberger Eduardo, 2014)

9. Indice de fatigue (FI) :

La fatigue est un état physique et psychologique qui entraîne une diminution de l'endurance lors de l'exercice et des activités professionnelles. La fatigue est un mécanisme de protection de l'organisme qui permet à ce dernier d'éviter d'autres dommages et de récupérer après le repos. La fatigue affecte la physiologie et la psychologie d'un athlète. (Umam Aji, 2023)

Deux indices de performance : l'indice de fatigue (IF) et le score de décrétement (Dscore). L'IF a été décrit comme la chute de la vitesse ou de la puissance de sortie entre le meilleur et le pire des sprints pendant le RSA, décrite dans l'équation suivante :

$[(\text{Sprint le plus rapide} - \text{Sprint le plus lent}) / \text{Sprint le plus rapide}] \times 100.$

(Angius Luca & Al, 2013)

10.Types d'exercices de RSA :

Pour optimiser les adaptations de l'entraînement avec le RSA, différentes variables peuvent être manipulées, telles que l'intensité, le volume, le repos ou la fréquence hebdomadaire. Parmi ces variables, la fréquence d'entraînement, définie comme le nombre de séances d'entraînement effectuées par microcycle, n'a pas fait l'objet d'une attention particulière dans la littérature. (Rey Ezequiel & Al, 2019)

10.1. RSA 6* 40m :

Le protocole de sprint répété comprend six sprints navette de 40 m séparés par 20 s de récupération passive, chaque sprint comprenant un virage de 180° après 20 m, donc une décélération, un virage et une accélération. Donc un ratio (travail, repos) de 1 :2,8 . (Jones Mark & Al, 2013)

10.2. RSA 12*20m :

Le format du RSA comprenait 12 sprints de 20 m, avec un départ toutes les 20 s, Le ratio entre le travail et le repos au cours de cet exercice, y compris le travail effectué pendant le temps de décélération, se situe entre 1:2,7 et 1:2,3. Ce résultat a été obtenu lors d'une étude pilote au cours de laquelle le temps de décélération a été mesuré à l'aide d'un chronomètre. (Wadley G & Le Rossignol P, 1998)

10.3. RSA 10*30 m (30 s rest) :

L'RSA consistait en dix sprints navette de 30 m (15 m+15 m) avec un seul changement de direction de 180°, entrecoupés de 30 s de récupération passive. Les participants sprintaient linéairement de la ligne de départ à 15 m,

touchaient du pied une ligne au sol, puis, après un changement de direction de 180°, revenaient à la ligne de départ aussi vite que possible. (Brini Seifeddine & Al, Effects of a Four-Week Small-Sided Game and Repeated Sprint Ability Training during and after Ramadan on Aerobic and Anaerobic Capacities in Senior Basketball Players. , 2018)

10.4. RSA 6*25 m (25s rest) :

Il consiste de 6 sprints de 25 m entrecoupés par des périodes de repos de 25s (Rey Ezequiel & Al, 2019)

10.5. RSA 6*30m (20 s rest) :

L'athlète 6 sprints de 30 mètres et doit faire 20 secondes de repos. (Gantois Petrus & Al, Repeated sprints and the relationship with anaerobic and aerobic fitness of basketball athletes., 2017)

PARTIE

PRATIQUE :

ETUDES

EXPERIMENTALES

CHAPITRE 04 :

METHODOLOGIE ET

PROCEDURES

EXPERIMENTALES

1. Méthode, population et échantillon :

Population :

La population de notre étude était constituée de 40 judokas licenciés au sein du club JSMJ Jijel.

Cette étude s'est déroulée au cours de la saison sportive : 2021-2022.

Les tests et les programmes d'entraînement se déroulent durant les mois de février et mars de la même saison.

Méthode :

On a utilisé la méthode intentionnelle pour choisir les 20 judokas constituant l'échantillon de cette étude.

Echantillon :

Âgés de $19,5 \pm 1,26$ ans et pesants $65,7 \pm 7,5$ Kg, 20 judokas ont pris part à cette étude, tous les sujets sont des athlètes du club JSMJ (Jeunesse Sportive Madinat Jijel), et sont de niveau national.

On a utilisé la méthode expérimentale sur ces 20 athlètes qui se composent de 10 judokas pour le groupe expérimentale et 10 judokas pour le groupe control.

Le poids des athlètes a été mesuré avec une balance impédance-mètre de type « innoHaus body fat analyzer scale bmi ».

Les tests sont repartis en deux jours :

Le premier jour : Sargent test, après 15 minutes, CMJ test, RSA.

Le deuxième jour : test Cooper, 45 minutes après, le test de Luc-Léger.

Après avoir fait la batterie de tests physiques, le groupe va suivre un programme d'entraînement par méthode RSA pendant 5 semaines 2 fois par semaine, totalisant 10 séances d'entraînement RSA.

Le programme d'entraînement comporte des séances de sprints répétés commençant par 2 blocs de 6 séries de sprints de 20 mètres entrecoupés par 30 secondes de repos entre les séries de vitesse et 2 minutes entre les blocs.

Au fur et à mesure que le programme continue et que les athlètes s'adaptent à l'effort, on aura à la cinquième semaine un entraînement qui comporte 2 blocs de 10 séries de 20 en addition de 2 blocs de 10 séries de 30 mètres avec des temps de repos de 18 secondes et 25 secondes entre les séries respectivement et 2 minutes de repos entre les blocs.

Tableau 1 : représente le programme d'entraînement aux sprints répétés sur 5 semaines, indiquant le nombre de séries et de répétitions et les distances courues pour chaque séance.

Semaines	Séances	Description de l'entraînement par RSA
semaine 01	01	2×6×20m (4''/30'') r = 30'' R= 2'
	02	2×6×20m (3,90''/25'') r = 25'' R= 2'
Semaine 02	03	1×6×15m (3''/20'') r = 20'' R= 2' 1×6×20m (4''/25'') r = 25'' R= 2' 1×6×30m (6''/30'') r = 30'' R= 2'
	04	1×6×15m (3''/18'') r = 18'' R= 2' 1×6×20m (4''/20'') r = 20'' R= 2' 1×6×30m (6''/25'') r = 25'' R= 2'
Semaine 03	05	2×10×20m (4''/30'') r = 30'' R= 2' 1×6×30m (5,50''/25'') r = 25'' R= 2'

	06	$2 \times 10 \times 20\text{m} (4''/20'')$ $r = 20''$ $R = 2'$ $2 \times 6 \times 30\text{m} (5,50''/25'')$ $r = 25''$ $R = 2'$
Semaine 04	07	$2 \times 10 \times 30\text{m} (6''/25'')$ $r = 25''$ $R = 2'$ $1 \times 6 \times 40\text{m} (7''/30'')$ $r = 30''$ $R = 2'$
	08	$2 \times 10 \times 30\text{m} (5,50''/20'')$ $r = 20''$ $R = 2'$ $2 \times 6 \times 40\text{m} (7''/25'')$ $r = 25''$ $R = 2'$
Semaine 05	09	$2 \times 10 \times 20\text{m} (4''/18'')$ $r = 18''$ $R = 2'$ $2 \times 10 \times 30\text{m} (6''/25'')$ $r = 25''$ $R = 2'$ $1 \times 6 \times 40\text{m} (7''/30'')$ $r = 30''$ $R = 2'$

2. L'étude expérimentale :

L'étude expérimentale a été menée durant la saison 2021/2022 et dans laquelle on a réalisé l'ensemble des mesures morphologiques et des tests physiques sur les différents judokas de cet échantillon, afin de vérifier la validité des outils proposés (les tests physiques) il faut certaines conditions et des bases scientifiques

Qui sont :

- La reproductibilité du test
- La fiabilité du test
- L'objectivité du test

3. Les moyens pédagogiques :

Un sifflet, un décamètre, un chronomètre, la salle de sport « body force jijel » et la salle CSP Jijel, un portable iphone pour l'application my jump2, une craie.

4. Les tests biométriques :

Poids : mesurer le poids du judoka avec une balance médicale.

5. Les tests physiques :

5.1. Test Cooper :

Les sujets ont reçu pour instruction de faire autant de tours que possible sur une piste extérieure pendant la période de test de 12 minutes. L'accent a été

mis sur la nécessité de se rythmer pendant toute la durée du test. L'administrateur du test a compté les tours effectués pendant la période de test de 12 minutes, tout en annonçant le temps écoulé à 3, 6 et 9 minutes et en encourageant verbalement les sujets. A la fin de la période de 12 minutes, l'administrateur du test a appelé les sujets à « s'arrêter » et une roue de mesure a été utilisée pour déterminer la fraction du dernier tour effectué par chaque sujet. Cette distance a été ajoutée à la distance déterminée par le nombre de tours effectués pour donner la distance totale parcourue pendant le test. L'équation standardisée de Cooper a ensuite été utilisée pour convertir la distance parcourue en une estimation de la Vo2max. (Penry Jason & Al, 2011)

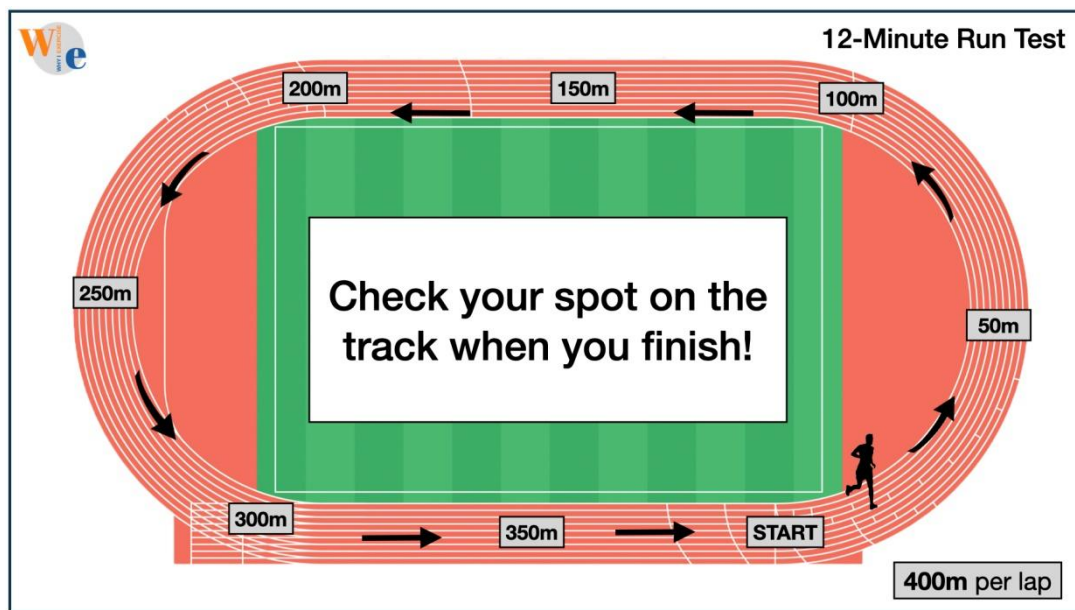


Figure 16 : représente le protocole du test Cooper

5.2. Test navette de Luc-Léger :

Le test de course navette sur 20 m consiste à courir sans s'arrêter en effectuant des mouvements de va-et-vient sur un parcours de 20 m. Le test est de type maximal et progressif :

Les sujets courent le plus longtemps possible jusqu'à ce qu'ils ne puissent plus suivre la vitesse imposée, qui commence à 8,5 km.h⁻¹ et augmente de 0,5 km.h⁻¹ toutes les minutes.

Une bande magnétique sert de support audiovisuel au test de la navette de 20 m, à chaque signal sonore le sujet doit atteindre simultanément une extrémité du parcours de 20 m, une avance ou un retard de 1 ou 2 m sont tolérés. Aucun virage n'est autorisé, le changement de direction se fait par un arrêt suivi d'un départ. (Leger Luc & Al, 1984)

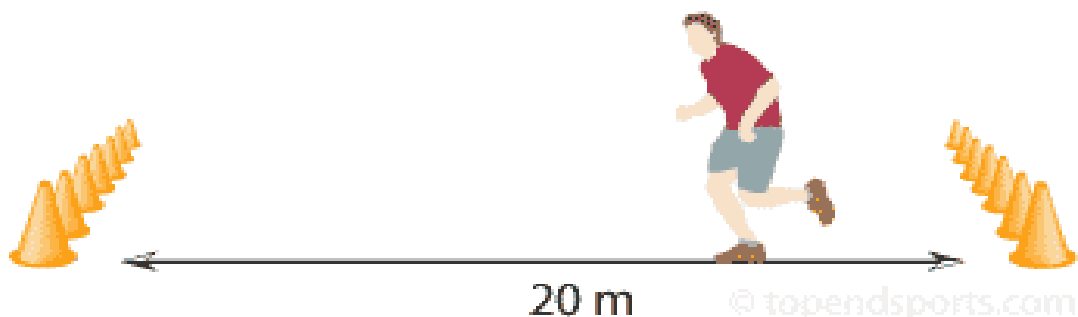


Figure 17 : représente le protocole du test navette de Luc-Leger

5.3. Test saut vertical Sargent :

Afin d'évaluer les performances du SJT, selon le protocole de Harman et al. (1991), les volontaires ont marqué leurs doigts de la main droite avec de la craie orange. En se tenant debout, les pieds à plat, à côté d'un mur sur le côté

droit, le bras droit tendu au-dessus de la tête, le volontaire marquait sur le mur le point le plus haut qu'il pouvait atteindre. Au moment précédant le saut, les volontaires pouvaient fléchir librement les membres inférieurs et préparer les membres supérieurs à une poussée soudaine vers le haut, afin de favoriser le saut vertical le plus élevé possible. Au point le plus haut du saut, les volontaires doivent tendre la main droite contre le mur afin de marquer la hauteur maximale sautée. La hauteur du saut correspondait à la différence entre les deux points marqués sur le mur. Tous les volontaires ont sauté trois fois, avec un intervalle minimum de 45 secondes entre les sauts, et seul le saut le plus élevé a été pris en compte. (Salles Paulo & Al, 2012)

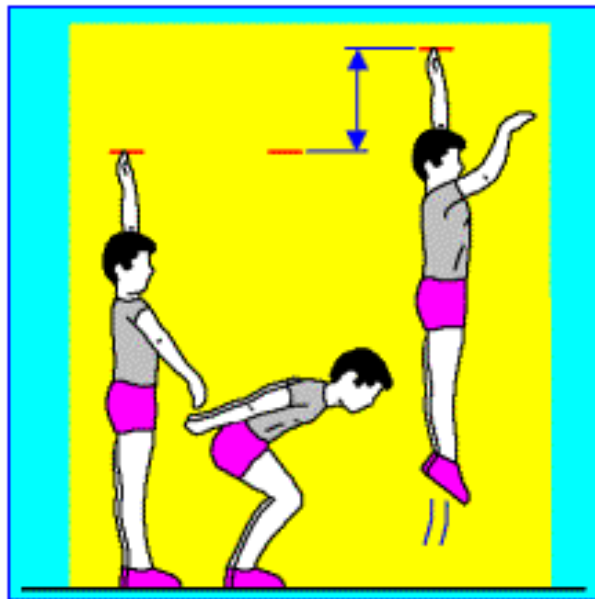


Figure 18 : représente le protocole du test Sargent

5.4. Countermovement jump test :

Les participants ont effectué un échauffement standard de 10 minutes composé de jogging, d'étirements dynamiques du bas du corps et de sauts verticaux. Ensuite, chaque participant a effectué cinq CMJ

Ils ont effectué chaque CMJ avec les mains sur les hanches, à partir d'une position statique debout et avec les jambes tendues pendant la phase d'envol du saut. La réception a été effectuée simultanément avec les deux pieds en gardant la dorsiflexion de la cheville. Les participants devaient sauter le plus haut possible.

L'application (nommée : My Jump), a calculé le temps de vol du CMJ en identifiant les images de décollage et d'atterrissage de la vidéo, puis en le transformant en hauteur de saut à l'aide de l'équation décrite dans la littérature. (Balsalobre-Fernandez Carlos & Al, 2015)

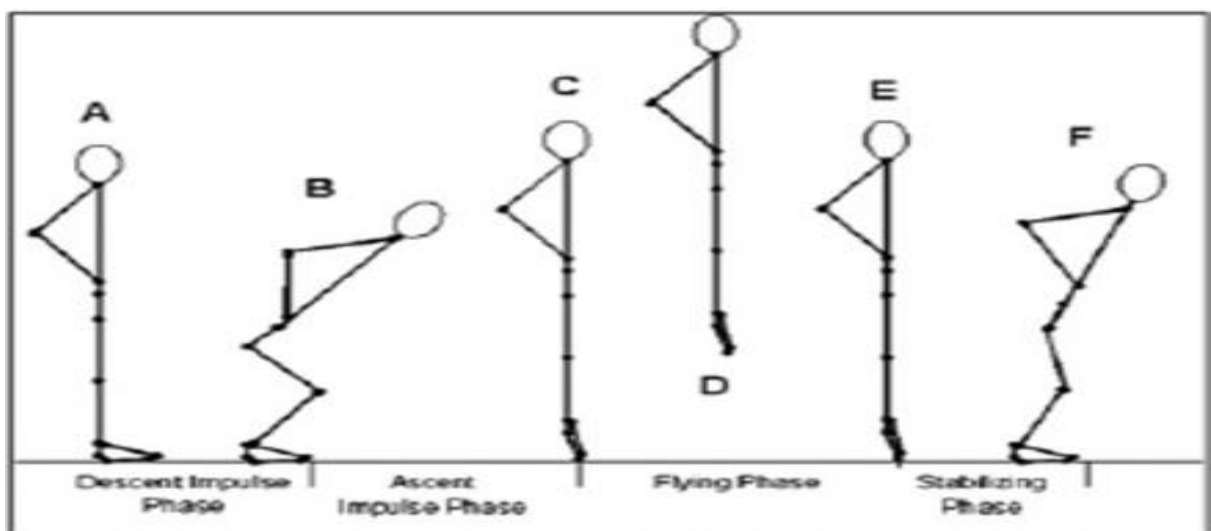


Figure 19 : représente le protocole du CMJ test.

5.5. RSA (repeated sprint ability) test :

Le test du RSA consistait en huit sprints partant toutes les 20 s, avec une récupération passive entre les efforts. Cette mesure a été réalisée à la fin d'un échauffement. Chaque sprint a été initié à partir d'une position debout. Les temps de sprint ont été mesurés à l'aide d'un chronomètre électronique. Trois

secondes avant le départ de chaque sprint, il était demandé aux participants de se mettre en position de préparation et d'attendre le signal de départ avec un compte à rebours (3,2,1,go).

Trois scores ont été calculés à partir du test RSA : le meilleur temps de sprint, le pire temps de sprint et l'indice de fatigue (IF). (Brechtbuhl Cyril & Al, On the Use of the Repeated-Sprint Training in Hypoxia in Tennis. , 2020)



Figure 20 : représente le protocole du test RSA.

5.6. FI (indice de fatigue) :

L'indice de fatigue (IF) a été calculé à la fin de l'étude pour évaluer le taux de fatigue en pourcentage. Pour calculer le taux de fatigue de chaque athlète, l'équation suivante a été utilisée : $[(\text{Sprint le plus rapide} - \text{Sprint le plus lent}) / \text{Sprint le plus rapide}] \times 100$. (Sanders Gabriel & Al, 2017)

Chapitre 05 :

Analyses

statistiques et

interprétation

des résultats

1. Procédures statistiques :

Les données sont exprimées en moyenne et en écart-type, le test T pour les échantillons appariés et le test de Wilcoxon pour deux échantillons liés ont été utilisés pour examiner les différences dans les données physiques des participants entre le pré-test et le post-test, toutes les analyses statistiques ont été effectuées à l'aide du programme de statistiques IBM SPSS pour Windows version 24.

Le T test :

En méthodes statistiques, le test T, également connu sous le nom de test t de Student, est largement utilisé pour comparer les moyennes de groupes pour une variable donnée. Le test remplace le test z lorsque l'écart type de la population (σ) de la variable est inconnu.

La distribution t a une forme en cloche qui ressemble à celle de la distribution z (également connue sous le nom de distribution normale standard).

Cependant, ses queues sont plus épaisses comparées à celles de la distribution z.

De manière similaire au test z, un test t peut s'appliquer à une situation à un seul échantillon ou à deux échantillons. Alors que la distribution normale standard a toujours une moyenne de zéro (0) et un écart type de un (1), la distribution t a également une moyenne de zéro (0), mais son écart type est supérieur à un (1), et il tend vers 1 lorsque les degrés de liberté (d.d.l.) augmentent. (Al-Ach Antoine, 2019)

Le test de wilcoxon :

Le test des rangs signés de Wilcoxon est une méthode statistique non paramétrique permettant de comparer deux échantillons dépendants, qu'il s'agisse d'échantillons appariés ou de mesures répétées sur un même groupe.

Il vise à déterminer si les rangs moyens des populations dont sont issus ces échantillons diffèrent significativement. Ce test constitue une alternative au test t de Student pour données appariées lorsque l'on ne peut pas supposer une distribution normale des données.

En tant que test non paramétrique, il évalue si deux échantillons liés proviennent de populations ayant une distribution identique. Développé par Frank Wilcoxon en 1945 — qui a également introduit le test de la somme des rangs pour échantillons indépendants —, ce test a ensuite été largement diffusé grâce à Sidney Siegel dans son ouvrage majeur sur les statistiques non paramétriques, publié en 1956. Siegel a désigné la statistique de test par la lettre T, une notation dérivée mais distincte de celle utilisée initialement, ce qui explique pourquoi on parle parfois de test T de Wilcoxon.

Hypothèses du test :

- Les données sont issues d'un même ensemble de sujets ou d'une même population, et sont appariées.
- Chaque paire est sélectionnée de façon aléatoire et indépendante.
- Les mesures doivent être effectuées sur une échelle au moins de type intervalle, surtout lorsque l'on calcule les différences entre les éléments d'une même paire. Toutefois, une échelle ordinale suffit si seules les comparaisons de rangs sont utilisées. (Durango Ana & Refugio Craig, 2018)

L'une des hypothèses les plus courantes pour les procédures de test statistique est que les données utilisées doivent être normalement distribuées.

Le test de Kolmogorov-Smirnov :

Il est utilisé pour déterminer si un échantillon provient d'une population ayant une distribution spécifique. Il détermine la normalité d'un échantillon par rapport à la population d'où il provient.

Le test de Kolmogorov–Smirnov est un test statistique utilisé pour comparer deux distributions. Il est utilisé dans différentes applications, telles que le test de normalité (ou de toute distribution continue), ou pour comparer deux distributions cumulées de deux ensembles de données afin d'évaluer la qualité de l'ajustement. Plusieurs extensions aux cas multidimensionnels ont également été étudiées. Il a aussi été utilisé pour des problèmes de classification.

Contrairement à la divergence de Kullback–Leibler (KL), à la divergence KL symétrique, à la divergence de Jensen–Shannon (JS) et à d'autres mesures similaires, qui exigent que les deux distributions aient le même support, le test de Kolmogorov–Smirnov (KS) n'est pas soumis à cette contrainte. En revanche, la divergence KL n'est pas affectée par un "ré ordonnancement" des distributions. Il existe des cas où l'ordre des données n'a pas d'importance, voire où il n'existe aucun ordre, comme dans les données non ordinales. Dans ce cas, le test KS n'est pas bien défini. (Lapidot Itshak, 2020)

2. Analyses statistiques et interprétation des résultats :

Tableau 1 : Représente les moyennes et les écarts-types des caractéristiques des participants (Age, Poids, Expérience)

	N	Minimum	Maximum	Moyennes	Ecart-type
Age	20	17,00	21,00	19,5000	1,26930
Poids	20	55,00	75,90	65,7300	7,59694
Expérience	20	7,00	15,00	10,9000	2,28279

Source : conçu par Chalouche Mouatez Billah (chercheur)

Tableau 2 : Représente le test de normalité de Kolmogorov-Smirnov.

	Df	Sig.
Poids	20	0,155
Age	20	0,054
Sargent Pré-test	20	0,175
CMJ Pré-test	20	0,023
Luc-Leger Pré-test	20	0,103
Cooper Pré-test	20	0,143
RSA Pré-test	20	0,011
IF Pré-test	20	0,132

Source : conçu par Chalouche Mouatez Billah (chercheur)

D'après le tableau (2) nous notons que pour le poids des sujets nous avons une valeur de signification de 0,155 qui est supérieure à 0,05, dans ce cas il est sûr d'accepter l'hypothèse nulle qu'il n'y a pas de différence statistiquement significative entre le poids et la distribution normale, nous présumerions que le poids est normalement distribué.

Pour l'âge, nous avons une valeur significative de 0,055 qui est supérieure à 0,05, dans ce cas il est sûr d'accepter l'hypothèse nulle qu'il n'y a pas de différence statistiquement significative entre l'âge et la distribution normale, dans ce cas nous présumons que l'âge est normalement distribué.

Pour le pré-test de Sargent, nous avons une valeur de signification de 0,175 qui est supérieure à 0,05. Nous pouvons donc accepter l'hypothèse nulle selon laquelle il n'y a pas de différence statistiquement significative entre le pré-test et la distribution normale, ce qui nous permet de supposer que le pré-test de Sargent est normalement distribué.

Pour le pré-test de CMJ, nous avons une valeur significative de 0,023 qui est inférieure à 0,05. Il est donc prudent de rejeter l'hypothèse nulle selon laquelle il n'y a pas de différence statistiquement significative entre le pré-test et la distribution normale, ce qui nous permet de supposer que le pré-test de CMJ n'est pas normalement distribué.

Pour le pré-test de Luc-Leger, nous avons une valeur de signification de 0,103 qui est supérieure à 0,05. Il est donc prudent d'accepter l'hypothèse nulle selon laquelle il n'y a pas de différence statistiquement significative entre le pré-test et la distribution normale, ce qui nous permet de supposer que le pré-test de Luc-Leger est normalement distribué.

Pour le pré-test de Cooper, nous avons une valeur significative de 0,143 qui est supérieure à 0,05. Il est donc prudent d'accepter l'hypothèse nulle selon laquelle il n'y a pas de différence statistiquement significative entre le pré-test et la distribution normale, ce qui nous permet de supposer que le pré-test de Cooper est normalement distribué.

Pour le pré-test du RSA, nous avons une valeur significative de 0,011 qui est inférieure à 0,05. Il est donc prudent de rejeter l'hypothèse nulle selon laquelle il n'y a pas de différence statistiquement significative entre le pré-test et la

distribution normale, ce qui nous permet de supposer que le pré-test du RSA n'est pas normalement distribué.

Pour le pré-test de l'indice de fatigue, nous avons une valeur de signification de 0,132 qui est supérieure à 0,05. Nous pouvons donc accepter l'hypothèse nulle selon laquelle il n'y a pas de différence statistiquement significative entre le pré-test et la distribution normale, ce qui nous permet de supposer que le pré-test de l'IF est normalement distribué

3. Vérification des hypothèses de l'étude :

Vérification de l'hypothèse 01 : La méthode d'entraînement par RSA a un effet sur la puissance des membres inférieurs chez les judokas.

Tableau 3 : Représente les résultats du CMJ pré et post test.

Groupe	Test	N	Moyennes	Ecart-type	Z	Asymp .Sig (2-tailed)
Groupe Expérimental	CMJ Pré-test	10	34,5520	5,00275	2,521	0,012
	CMJ Post Test		37,6150	5,94484		
Groupe Témoin	CMJ Pré-test	10	34,9190	3,25684	1,400	0,160
	CMJ Post Test		35,1567	3,84897		

Source : conçu par Chalouche Mouatez Billah (chercheur)

Chez le groupe expérimental ($n = 10$), la moyenne obtenue au pré-test est de $34,5520 \pm 5,00275$, tandis qu'au post-test, elle atteint $37,6150 \pm 5,94484$. On observe ainsi une progression de la performance moyenne entre les deux évaluations.

L'analyse statistique met en évidence une valeur de $Z = 2,521$, associée à une probabilité $p = 0,012$. Comme cette valeur est inférieure au seuil de signification conventionnel de $0,05$, la différence observée entre le pré-test et le post-test est statistiquement significative.

Pour le groupe témoin ($n = 10$), la moyenne du CMJ passe de $34,9190 \pm 3,25684$ au pré-test à $35,1567 \pm 3,84897$ au post-test. La valeur obtenue au test statistique est de $Z = 1,400$, avec une significativité bilatérale de $p = 0,160$. Cette probabilité étant supérieure à $0,05$, la différence entre le pré-test et le post-test n'est pas statistiquement significative.

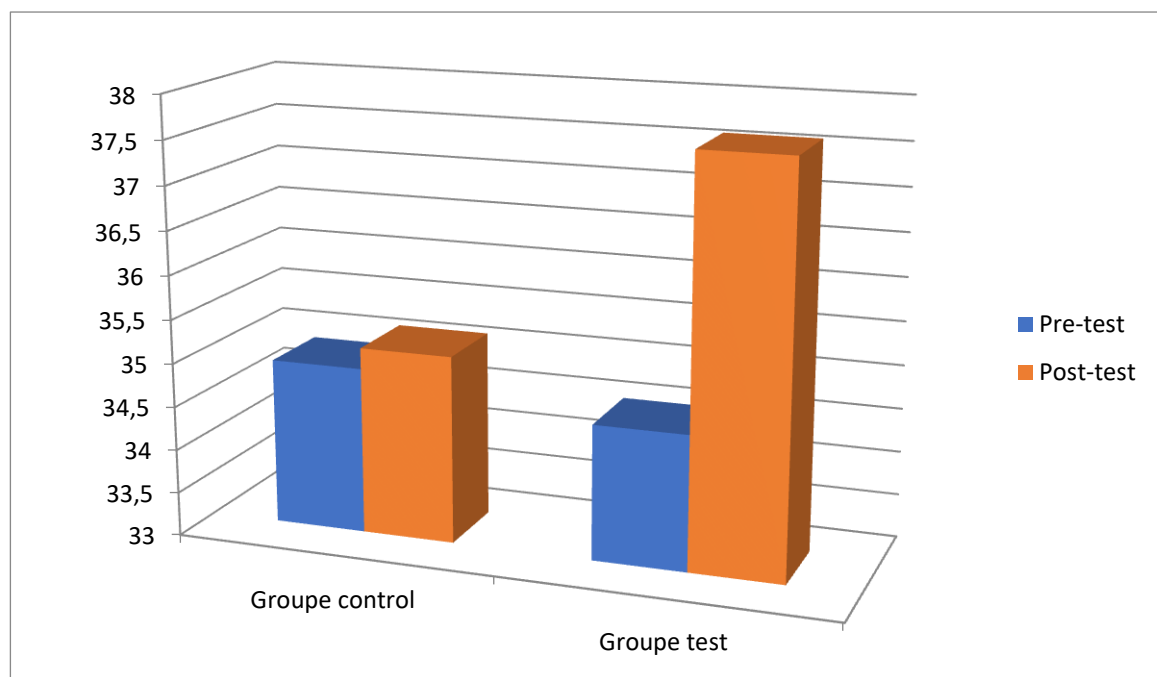


Figure 21: Représente les résultats du CMJ pré et post test.

Source : conçu par Chalouche Mouatez Billah (chercheur)

Tableau 4 : Représente les résultats du Sargent pré et post test.

Groupe	Test	N	Moyennes	Ecart-type	Z	Asymp .Sig (2-tailed)
Groupe Expérimental	Sargent Pré-test	10	44,5000	5,41613	2,262	0.010
	Sargent Post Test		49,8000	5,32917		
Groupe Témoin	Sargent Pré-test	10	45,9000	3,16193	2,151	0.120
	Sargent Post Test		45,5000	2,82381		

Source : conçu par Chalouche Mouatez Billah (chercheur)

Chez le groupe expérimental ($n = 10$), la moyenne obtenue au pré-test est de $44,5 \pm 5,41613$, tandis qu'au post-test, elle atteint $49,800 \pm 5,32$. On observe ainsi une progression de la performance moyenne entre les deux évaluations.

L'analyse statistique met en évidence une valeur de $Z = 2,262$, associée à une probabilité $p = 0,010$. Comme cette valeur est inférieure au seuil de signification conventionnel de 0,05, la différence observée entre le pré-test et le post-test est statistiquement significative.

Pour le groupe témoin ($n = 10$), la moyenne passe de $45,90 \pm 3,16$ au pré-test à $45,50 \pm 2,82$ au post-test. La valeur obtenue au test statistique est de $Z = 2,151$, avec une significativité bilatérale de $p = 0,120$. Cette probabilité étant supérieure à 0,05, la différence entre le pré-test et le post-test n'est pas statistiquement significative.

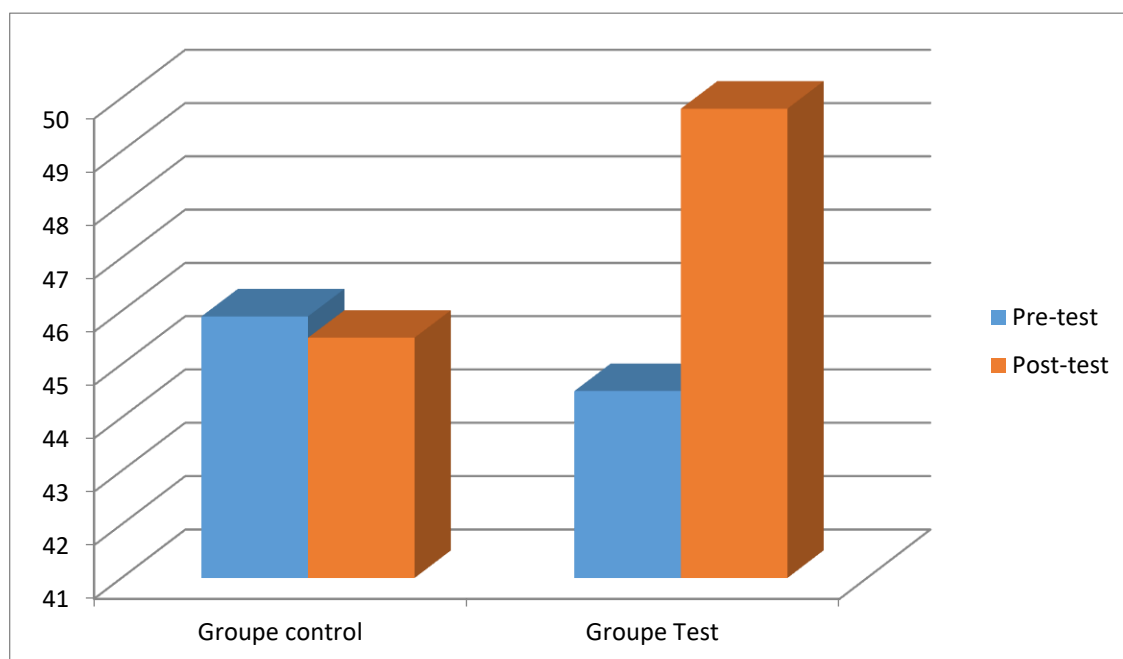


Figure 22: Représente les résultats du Sargent pré et post test.

Source : conçu par Chalouche Mouatez Billah (chercheur)

L'hypothèse 01, selon laquelle : La méthode d'entraînement par RSA a un effet sur la puissance des membres inférieurs chez les judokas, est confirmée, et cela, car on a trouvé une différence statistique entre les résultats du groupe expérimentale pour le pré-test et post-test du test Sargent (saut vertical) et le CMJ test (saut vertical en contre-mouvement) par rapport à une différence non-significative du groupe contrôle pour le pré test et post test.

Donc, la méthode d'entraînement par RSA a un effet sur l'endurance des judokas.

Vérification de l'hypothèse 02 : La méthode d'entraînement par RSA a un effet sur l'endurance des judokas.

Tableau 5 : Représente les résultats du Cooper pré et post test.

Groupe	Test	N	Moyennes	Ecart-type	Z	Asymp .Sig (2-tailed)
Groupe Expérimental	Cooper Pré-test	10	2063,400	282,69	2,262	0.033
	Cooper Post Test		2381,200	278,83		
Groupe Témoin	Cooper Pré-test	10	2028,100	106,76	2,255	0.069
	Cooper Post Test		2041,200	100,08		

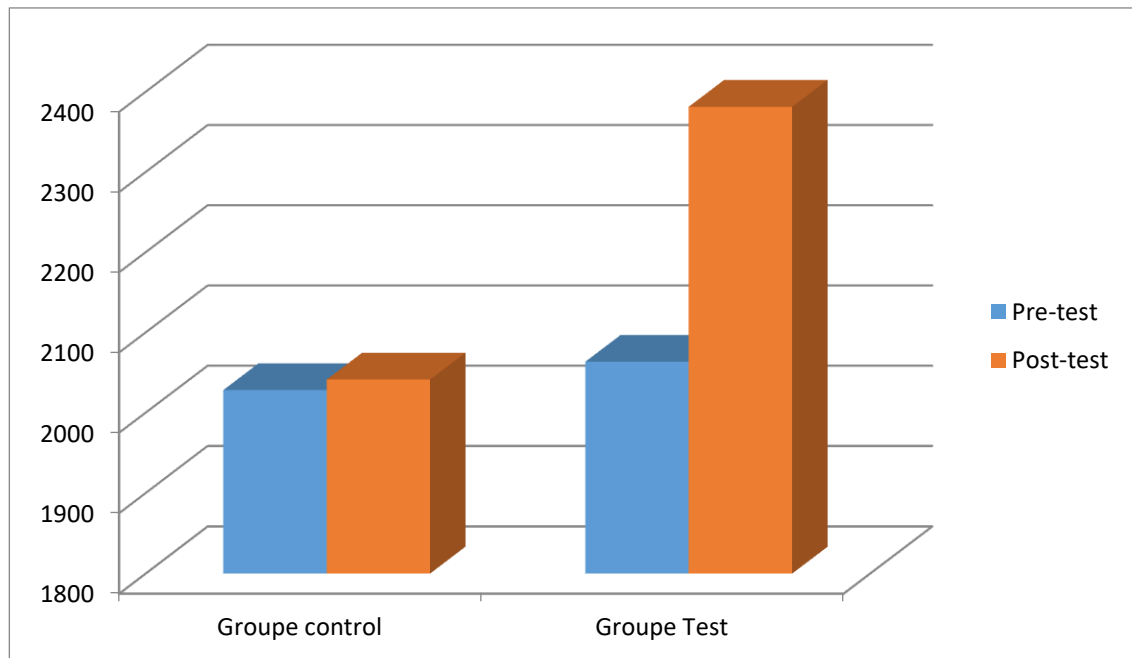
Source : conçu par Chalouche Mouatez Billah (chercheur)

Chez le groupe expérimental ($n = 10$), la moyenne obtenue au pré-test est de $2063,4 \pm 282.69$, tandis qu'au post-test, elle atteint $2381,2 \pm 27,83$. On observe ainsi une progression de la performance moyenne entre les deux évaluations.

L'analyse statistique met en évidence une valeur de $Z = 2,262$, associée à une probabilité $p = 0,033$. Comme cette valeur est inférieure au seuil de signification conventionnel de 0,05, la différence observée entre le pré-test et le post-test est statistiquement significative.

Pour le groupe témoin ($n = 10$), la moyenne passe de $2028,1 \pm 106.76$ au pré-test à $2041,2 \pm 100,08$ au post-test. La valeur obtenue au test statistique est de $Z = 2,255$, avec une significativité bilatérale de $p = 0,069$. Cette probabilité étant supérieure à 0,05, la différence entre le pré-test et le post-test n'est pas statistiquement significative.

Figure 23: Représente les résultats du Cooper pré et post test



Source : conçu par Chalouche Mouatez Billah (chercheur)

Tableau 6 : Représente les résultats du Luc-léger pré et post test.

Groupe	Test	N	Moyennes	Ecart-type	Z	Asymp .Sig (2-tailed)
Groupe Expérimental	Luc-Leger Pré-test	10	13,150	0,6258	2,262	0.018
	Luc-Leger Post Test		13,570	0,6583		
Groupe Témoin	Luc-Leger Pré-test	10	13,460	1,4245	2,222	0.10
	Luc-Leger Post Test		13,450	1,6077		

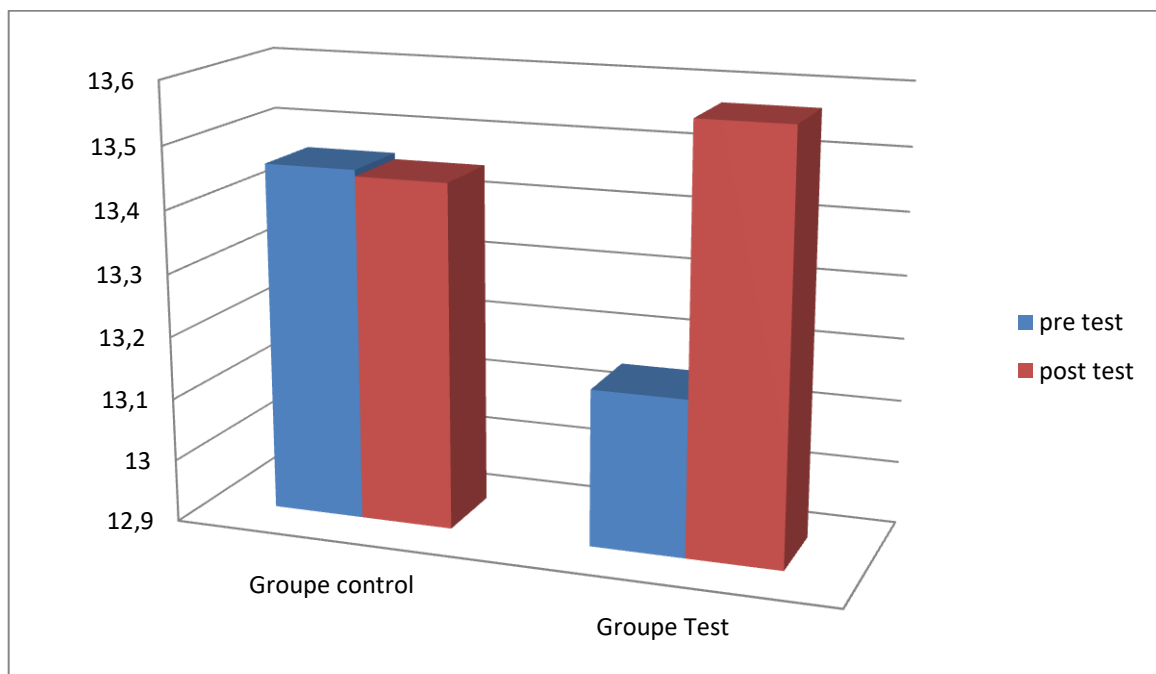
Source : conçu par Chalouche Mouatez Billah (chercheur)

Chez le groupe expérimental ($n = 10$), la moyenne obtenue au pré-test est de $13,150 \pm 0,6258$, tandis qu'au post-test, elle atteint $13,570 \pm 0,6583$. On observe ainsi une progression de la performance moyenne entre les deux évaluations.

L'analyse statistique met en évidence une valeur de $Z = 2,262$, associée à une probabilité $p = 0,018$. Comme cette valeur est inférieure au seuil de signification conventionnel de 0,05, la différence observée entre le pré-test et le post-test est statistiquement significative.

Pour le groupe témoin ($n = 10$), la moyenne passe de $13,460 \pm 1,4245$ au pré-test à $13,450 \pm 1,6077$ au post-test. La valeur obtenue au test statistique est de $Z = 2,222$, avec une significativité bilatérale de $p = 0,10$. Cette probabilité étant supérieure à 0,05, la différence entre le pré-test et le post-test n'est pas statistiquement significative.

Figure 24: Représente les résultats du Luc-léger pré et post test.



Source : conçu par Chalouche Mouatez Billah (chercheur)

L'hypothèse 02, selon laquelle : La méthode d'entraînement par RSA a un effet sur l'endurance des judokas, est confirmée, et cela, car on a trouvé une différence statistique entre les résultats du groupe expérimentale pour le pré-test et post-test du test Cooper (12 minutes de course) et test de Luc-Léger (20 mètres navette) par rapport à une différence non-significative du groupe contrôle pour le pré test et post test.

Donc, la méthode d'entraînement par RSA a un effet sur l'endurance des judokas.

Vérification de l'hypothèse 03 : La méthode d'entraînement par RSA a un effet sur l'indice de fatigue des judokas.

Tableau 7 : Représente les résultats du RSA pré et post test

Groupe	Test	N	Moyennes	Ecart-type	Asymp .Sig (2-tailed)
Groupe Expérimental	RSA Pré-test	10	3,99	0,24	0,878
	RSA Post Test		3,96	0,22	
Groupe Témoin	RSA Pré-test	10	4,00	0,25	0,852
	RSA Post Test		4,02	0,30	

Source : conçu par Chalouche Mouatez Billah (chercheur)

Chez le groupe expérimental (n = 10), la moyenne obtenue au pré-test est de $3,99 \pm 0,24$, tandis qu'au post-test, elle atteint $3,96 \pm 0,22$.

L'analyse statistique met en évidence une valeur associée à une probabilité $p = 0,878$. Cette valeur étant supérieure à 0,05, la différence entre le pré-test et le post-test n'est pas statistiquement significative.

Pour le groupe témoin ($n = 10$), la moyenne passe de $4,00 \pm 0,25$ au pré-test à $4,02 \pm 0,30$ au post-test. La valeur obtenue de $p = 0,852$. Cette probabilité étant supérieure à 0,05, la différence entre le pré-test et le post-test n'est pas statistiquement significative.

Tableau 8 : Représente les résultats de l'indice de fatigue pré et post test

Groupe	Test	N	Moyennes	Ecart-type	T Tabulaire	T calculé
Groupe Expérimental	IF Pré-test	10	-10,52	2,66	2,262	1,304
	IF Post Test		-9,83	1,94		
Groupe Témoin	IF Pré-test	10	-10,10	1,83	2,262	1,221
	IF Post Test		-9,95	1,95		

Source : conçu par Chalouche Mouatez Billah (chercheur)

Chez le groupe expérimental ($n = 10$), la moyenne obtenue au pré-test est de $-10,52 \pm 2,66$, tandis qu'au post-test, elle atteint $-9,83 \pm 1,94$.

En utilisant un degré de liberté de 9 et un niveau de signification de 5 %, le tableau de distribution de la valeur T donne une valeur de 2,262. La comparaison de cette valeur avec la valeur calculée de 1,304 indique que la valeur T calculée est inférieure à la valeur du tableau à un niveau de signification de 5 %. Par conséquent, il est possible d'accepter l'hypothèse nulle selon laquelle il n'y a pas de différence entre les moyennes du pré test et post test

Pour le groupe témoin ($n = 10$), la moyenne passe de $-10,10 \pm 1,83$ au pré-test à $-9,95 \pm 1,95$ au post-test.

En utilisant un degré de liberté de 9 et un niveau de signification de 5 %, le tableau de distribution de la valeur T donne une valeur de 2,262. La comparaison de cette valeur avec la valeur calculée de 1,221 indique que la valeur T calculée est inférieure à la valeur du tableau à un niveau de signification de 5 %. Par conséquent, il est possible d'accepter l'hypothèse nulle selon laquelle il n'y a pas de différence entre les moyennes du pré test et post test

L'hypothèse 03, selon laquelle : La méthode d'entraînement par RSA a un effet sur l'indice de fatigue des judokas, n'est pas confirmée, en cause d'absence d'une différence statistique entre les résultats du pré-test et post-test du test RSA (repeated-sprint-ability) et FI (indice de fatigue) par rapport à une différence non-significative du groupe contrôle pour le pré test et post test.

Donc, la méthode d'entraînement par RSA n'a aucun effet sur l'indice de fatigue des judokas.

4. Discussion :

Discussion des résultats de l'hypothèse 01 selon laquelle : « La méthode d'entraînement par RSA a un effet sur la puissance des membres inférieurs chez les judokas ».

On a trouvé une incrémentation des résultats du Sargent test (49,8 centimètres contre 44,5 cm) et (37,55 cm contre 34,61 cm) du CMJ test. C'est une augmentation de 13% et 10% pour le Sargent test et CMJ test respectivement.

Et cela signifie que l'hypothèse 01 est justifiée, et que la méthode d'entraînement par RSA a un effet positif sur la puissance des membres inférieurs chez les judokas.

Nos résultats concordent avec ceux de l'étude de Gantois & Al (2019) sur l'entraînement au sprint répété qui améliore à la fois la condition physique anaérobie et aérobie chez les joueurs de basket-ball, puisqu'elle conclut que l'entraînement au sprint répété est efficace pour conditionner les capacités liées à la qualité neuromusculaire de la vitesse du sprint court, du saut et de la condition physique aérobie chez les joueurs de basket-ball de l'université. (Gantois Petrus & Al, Repeated sprint training improves both anaerobic and aerobic fitness in basketball players. , 2019)

Une autre étude de Gantois & Al (2017) confirme fortement les résultats de notre étude et indique que la capacité à effectuer des sprints répétés implique une participation significative du métabolisme anaérobie, principalement dans les efforts initiaux, alors qu'au fur et à mesure que les efforts sont répétés, une plus grande contribution de l'aptitude aérobie est observée. (Gantois Petrus & Al, Repeated sprints and the relationship with anaerobic and aerobic fitness of basketball athletes., 2017)

Tonnessen & Al (2011) ont étudié l'effet d'un entraînement au sprint répété sur 40 m sur la vitesse maximale de sprint, l'endurance de la vitesse de sprint répétée, le saut vertical et la capacité aérobie chez de jeunes footballeurs. Les résultats indiquent qu'il y a une amélioration notable dans le groupe TG entre le pré et le post-test sur le sprint sur 40 m, la vitesse maximale sur 20 mètres et le CMJ. (Tonnessen Espen & Al, 2011)

Gantois & Al (2022) ont étudié les effets à court terme de l'entraînement par sprint répété sur la capacité de saut vertical et la condition physique aérobie chez les joueurs de volley-ball universitaires pendant la pré-saison, et les

principales conclusions de cette étude étaient que l'entraînement par sprint répété avait un effet pratique positif « probable » à « très probable » par rapport aux séances d'entraînement de volley-ball basées sur des compétences spécifiques pour améliorer le CMJ. (Gantois Petrus & Al, Short-Term Effects of Repeated-Sprint Training on Vertical Jump Ability and Aerobic Fitness in Collegiate Volleyball Players During Pre-Season, 2022)

L'étude de Vázquez & Al (2015) sur la comparaison de l'effet de l'entraînement par sprints répétées combiné à deux méthodes différentes d'entraînement de la force sur de jeunes joueurs de football indique que la combinaison hebdomadaire de l'entraînement de sprints répétées avec l'entraînement de la force a produit une amélioration statistique significative de la capacité de saut des joueurs de football. (Vazquez Miguel & Al, 2015)

Dans l'étude de Kraken & Al (2020) sur les effets de l'entraînement pliométrique et des sprints répétées sur la performance physique, nous citons qu'une différence statistiquement significative a été trouvée dans la variable du saut en contre-mouvement dans le groupe qui a effectué un entraînement pliométrique (8,35 %). Dans le groupe qui a effectué l'entraînement de sprints droits répétées, cette progression a été plus faible (2,21%) « mais néanmoins, il y a eu une progression, cette étude montre que l'entraînement pliométrique est plus efficace que l'entraînement de sprints répétées dans l'amélioration du CMJ. (Kraken Ivan & Al, 2020)

Mais contrairement aux résultats de l'étude de Soares-Caldeira & Al (2014) qu'aucun effet d'interaction principal significatif n'a été noté pour SJ, CMJ, leurs résultats contrarient les nôtres. (Soares-Caldeira Lucio & Al, 2014)

De même que l'étude de Brini, Seifeddine & Al (2020) dont les résultats ont montré que 12 semaines d'entraînement aux sprints avec changement de direction ont conduit à une diminution significative pour le groupe

expérimentale, nous citons : "les entraîneurs devraient faire attention à la charge totale des séances d'entraînement pour éviter une fatigue excessive qui pourrait affecter négativement les performances de saut et la puissance musculaire des membres inférieurs". (Brini Seifeddine & Al, Effects of a 12-Week Change-of-Direction Sprints Training Program on Selected Physical and Physiological Parameters in Professional Basketball Male Players. , 2020)

Discussion des résultats de l'hypothèse 02 selon laquelle : « La méthode d'entraînement par RSA a un effet sur l'endurance des judokas ».

Nous avons constaté une augmentation de la distance parcourue au test de Cooper ($2381,2 \pm 278,8$ mètres au post-test contre $2063,4 \pm 282,7$ mètres au pré-test), et de la vitesse maximale aérobie ($13,570 \pm 0,6$ Km/h au post-test contre $13,150 \pm 0,6$ Km/h au pré-test) au test de Luc-Leger, soit une hausse de 15,4% et de 3,2% pour le test de Cooper et le test de Luc-Leger, respectivement. Cela inclut que l'hypothèse 02 est justifiée, et que la méthode d'entraînement par RSA a un effet positif sur l'endurance des judokas.

Et ceux de l'étude de Kanyak & Al (2017) sur les effets de l'entraînement au sprint répété sur 20 m sur la capacité aérobie des joueurs de volley-ball de collège qui indique que l'ajout d'un programme d'entraînement au sprint répété peut améliorer à la fois la capacité aérobie et la performance anaérobie des joueurs de volley-ball de collège. (Kaynak Kerimhan & Al, 2017)

Également, l'étude de Korkmaz Eryilmaz Selcen & Kaynak Kerimhan (2019), indique que la capacité de sprint répété en utilisant un protocole de test de terrain de 10×20 m avec un départ toutes les 20 s chez les joueurs de volley-ball est étroitement liée à la capacité aérobie (Korkmaz Eryilmaz Selcen & Kaynak Kerimhan, 2019)

en même temps, l'étude de Do Nascimento Salvador, Paulo & Al (2015) a mentionnée que l'ampleur de l'effet a montré que l'entraînement à l'RSA induit des améliorations plus importantes dans les variables liées à la puissance aérobique et à la capacité aérobique. (Do Nascimento Salvador Paulo & Al, 2015)

L'étude de Castagna Carlo & Al (2013) a citée que les entraîneurs qui s'intéressent au développement de l'aptitude aérobique devraient considérer qu'une amélioration significative de la VO₂peak (6%) peut être obtenue avec des protocoles d'entraînement au sprint similaires à ceux utilisés dans cette étude. (Castagna Carlo & Al, Relation between maximal aerobic power and the ability to repeat sprints in young basketball players. , 2013)

De meme, les résultats de Brechbuhl Cyril & Al (2020) ont indiqués que Cinq séances de RSH (Sprint répété en Hypoxie) sur 12 jours constituent une stratégie efficace pour obtenir des améliorations immédiates plus importantes des performances anaérobies, aérobiques. (Brechbuhl Cyril & Al, On the Use of the Repeated-Sprint Training in Hypoxia in Tennis. , 2020)

Une autre étude de Gantois & Al (2017) confirme fortement les résultats de notre étude et indique que la capacité à effectuer des sprints répétés implique une participation significative du métabolisme anaérobique, principalement dans les efforts initiaux, alors qu'au fur et à mesure que les efforts sont répétés, une plus grande contribution de l'aptitude aérobique est observée. (Gantois Petrus & Al, Repeated sprints and the relationship with anaerobic and aerobic fitness of basketball athletes., 2017)

Les résultats de l'étude de Brini Seifeddine & Al (2018) ont démontré que le RSA et les jeux réduits (SSG) n'ont pas d'effet significatif sur les performances aérobies et anaérobies des deux groupes. (Brini Seifeddine & Al, Effects of a Four-Week Small-Sided Game and Repeated Sprint Ability

Training during and after Ramadan on Aerobic and Anaerobic Capacities in Senior Basketball Players. , 2018)

Discussion des résultats de l'hypothèse 03 selon laquelle : « La méthode d'entraînement par RSA a un effet sur l'indice de fatigue des judokas ».

En cause d'absence d'une différence statistique entre les résultats du pré-test et post-test du test RSA (repeated-sprint-ability) et FI (indice de fatigue). Cela indique que l'hypothèse 03 est niée, et que la méthode d'entraînement par RSA n'a pas d'effet sur l'indice de fatigue des judokas.

Les résultats de l'étude de Rey Ezéquier & Al (2019) ont montré que les deux fréquences d'entraînement par RSA (RSA longue durée et courte durée) n'ont pas permis d'améliorer de manière significative les performances en sprint sur 5 et 10 m. ce qui concorde avec nos résultats (pas d'effet significatif sur le RSA). (Rey Ezequier & Al, 2019)

L'étude d'Aguiar Rafael & Al (2016) a mis en évidence que les coureurs d'endurance présentaient une fatigue moindre sur le RS et que cette variable était principalement atténuée par l'amélioration des variables aérobies, VO₂max et VMA.

En d'autres termes, l'indice de fatigue n'est pas facilement influencé par un programme d'entraînement de 4 semaines. (Aguiar Rafael & Al, 2016)

De meme, l'étude de Boussadia Yacoub & Al (2021) a montré qu'un programme d'entraînement pliométrique permettait d'obtenir une amélioration de la capacité à répéter des sprints. (Boussadia Yacoub & Al, 2021)

L'étude de Thébault Nicolas & Al (2011) a évoqué que la capacité à contrer la fatigue après de nombreux sprints est bien meilleure chez les sujets qui atteints les 17 Km/h en VMA. (Thébault Nicolas & Al, 2011). Et donc, nos

judokas échantillonnés dans notre étude auront du mal à contrer la fatigue avec leurs VMA de 13Km/h.

L'étude de Bishop David John & Al (2004) a suggéré que la capacité à tamponner le H⁺ est un attribut important pour maintenir la performance pendant des sprints brefs et répétés. (Bishop David John & Al, 2004)

5. Conclusion

L'objectif de la présente étude était d'investiguer l'effet de 5 semaines d'entraînement par méthode RSA (Repeated-Sprint-Ability) sur la puissance des membres inférieurs, l'endurance et l'indice de fatigue chez des judokas de catégorie Juniors.

La principale conclusion de cette étude est que 5 semaines d'entraînement basé sur la méthode RSA (Repeated-Sprint-ability) combiné à un entraînement de judo traditionnel ont augmenté de manière significative la puissance maximale des membres inférieurs qui se traduit par une hausse dans les résultats du test CMJ (saut en contre-mouvement) et le Sargent test et l'endurance aérobie chez les judokas qui se traduit par la hausse dans les résultats du test Cooper (12 minutes de course) et le test navette 20 mètres de Luc-Léger.

Par contre, 5 semaines d'entraînement par méthode RSA n'a pas d'effet sur les résultats du RSA test qui se compose de 8 répétitions de 20 mètre avec 20 secondes de repos entre chaque répétition et de même sur l'indice de fatigue qui est l'habilité des athlètes à résister à la fatigue pendant le test RSA.

De manière générale, des améliorations ont été observées pour les tests de Sargent, CMJ et Cooper, mais peu d'améliorations ont été observées pour le

test de Luc-Leger (3,2 %), et aussi pas d'améliorations pour le RSA test et l'indice de fatigue.

6. Les limites de l'étude :

Petite taille d'échantillon : Souvent, les études dans ce domaine impliquent un nombre réduit d'athlètes, ce qui limite la généralisation des résultats.

Le RSA est principalement utilisé dans les sports collectifs (football, rugby...), donc il peut manquer de transfert direct vers les exigences spécifiques du judo, qui implique des efforts plus isométriques, de traction, et des phases explosives mais différentes.

Il est parfois difficile de reproduire la spécificité des mouvements du judo (ex. kumikata, projections) dans les tests RSA classiques (sprints, vélo...).

Les tests utilisés pour évaluer la puissance (ex. CMJ, tests de Wingate) ou l'endurance peuvent ne sont pas être entièrement adaptés aux qualités spécifiques requises en judo.

La mise en œuvre de tests spécifiques au judo (comme le SJFT) nécessite des ressources pédagogiques actuellement indisponibles.

7. Pistes de recherche :

Les pistes de recherche pertinentes pour approfondir l'étude de l'effet de la méthode RSA (Repeated Sprint Ability) sur la puissance et l'endurance chez les judokas. Ces pistes peuvent alimenter un projet de recherche, ou un article scientifique :

Comparer l'effet de la méthode RSA avec :

- L'entraînement conventionnel en judo (randori, uchi-komi) ou le HIIT
- Pour déterminer quelle méthode améliore le plus efficacement la puissance et l'endurance spécifique chez les judokas.

Étudier l'influence de la fatigue induite par RSA sur :

- La prise de décision en combat,
- La vigilance et les réactions motrices.

Tester différentes variables du protocole RSA :

- Type d'effort (sprint en course, ergocycle, résistance élastique).
- Durée de récupération (1:3, 1:5...)
- Créer un modèle RSA spécifique au judo, avec un meilleur transfert à la discipline

Avoir un groupe contrôle avec un programme équivalent sans RSA.

Utiliser des tests spécifiques au judo (ex. SJFT, tests d'uchi-komi explosifs, randori standardisés).

Prolonger la durée de l'intervention pour observer des effets plus profonds.

Références bibliographiques

1. Aguiar Rafael & Al. (2016). Influence of aerobic and anaerobic variables on repeated sprint tests. . Revista Brasileira de Educação Física e Esporte, 553-563.
2. Ahmaidi & Al, S. (1999). Oxygen uptake and cardiorespiratory responses during selected fighting techniques in judo and kendo. Research in Sports Medicine, 129-139.
3. Ait Amar Toufik. (2015). Profil Morphologique des Judokas Cadets Algériens : Analyse Comparative par catégories de poids. Sciences et Pratiques des Activités Physiques Sportives et Artistiques, 28-35.
4. Al-Ach Antoine. (2019). The Student's t-Test: A Brief Description. 5. 1-3.
5. Almansba R & Al. (2012). Reliability of the Uchikomi Fitness Test: A Pilot study. Reliability of the Uchikomi Fitness Test. . Science & Sports - SCI SPORT.
6. Almansba Ramdane. (2013). FORCE, PUISSANCE MUSCULAIRE ET APTITUDE À RÉPÉTER DES SPRINTS LINÉAIRE OU QUADRANGULAIRE CHEZ LES FOOTBALLEURS U17 D'ÉLITE CANADIENS. Canada.
7. Ameti Vullnet & Iseni Astrit. (2023). THE EFFECT OF MORPHOLOGICAL PARAMETERS AND EXPLOSIVE STRENGTH ON SUCCESS OF SPRINT RUNNING. . ACTIVITIES IN PHYSICAL EDUCATION AND SPORT, 3-7.

8. Angius Luca & Al. (2013). Indexes of physical capacity and repeated sprint ability of young soccer players. . Sport Sciences for Health. .
9. Autunes & Al. (2022). The Relationship between VO₂ and Muscle Deoxygenation kinetics and Upper Body Repeated Sprint Performance in Trained Judokas and Healthy Individuals. International Journal of Environmental Research and Public Health.
10. Babineau Charles. (1999). L'exercice intermittent aérobie et sa relation avec la performance en sports d'endurance. (U. d. Montréal, Éd.) Canada.
11. Bahtra Ridho & Al. (2023). Small-Sided Games 5v5: Improving Aerobic Endurance of Youth Football Players. . Physical Education Theory and Methodology, 739-746.
12. Bahtra Ridho & Al. (2024). Enhancing VO₂Max: contrasting effects of fartlek training and small-sided games. . Journal of Physical Education and Sport, 441-448.
13. Balsalobre-Fernandez Carlos & Al. (2015). The validity and reliability of an iPhone app for measuring vertical jump performance. . Journal of Sports Sciences.
14. Ben Hmed Abdennacer. (2019). Analyse et contrôle de la force musculaire par électrostimulation. (u. d. comté, Éd.) France.
15. Benhammou Saddek & Al. (2021). 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.
16. Benziane R. (2014). L'importance du régime pliométrique pour l'amélioration de la puissance des extenseurs de jambes chez des

- judokas performants (Vol. 2). Algérie: Sciences et Pratiques des Activités Physiques Sportives et Artistiques.
17. Bernasconi Romain. (2020). Effet de l'entraînement à Charge Lourde Sous Occlusion sur la Force Maximale. France.
 18. Billat Véronique. (2012). Physiologie & méthodologie de l'entraînement de la théorie à pratique. (éd. 3^{ème} édition). Belgique: De Boeck.
 19. Bishop David & Al. (2011). Repeated sprint ability part 2 : recommendations for training. Sports med, 742-756.
 20. Bishop David John & Al. (2004). Muscle buffer capacity and aerobic fitness are associated with repeated-sprint ability in women. . European journal of applied physiology, 540-547.
 21. Bobby Farjana & Badhan Manisha. (2023). Assessing aerobic endurance in elite female cricket players: A comparative study of Bangladeshi and Indian athletes. . Scientific Journal of Sport and Performance, 564-571.
 22. Boussadia Yacoub & Al. (2021). The effects of the plyometric program on the physical quality of the Repeated Sprint Ability (RSA) in senior handball players. The excellence Journal in Sciences Techniques Of Physical Activity And Sports, 767-786.
 23. Brechbuhl Cyril & Al. (2020). On the Use of the Repeated-Sprint Training in Hypoxia in Tennis. . Frontiers in Physiology.
 24. Brechbuhl Cyril & Al. (2020). On the Use of the Repeated-Sprint Training in Hypoxia in Tennis. . Frontiers in Physiology.
 25. Brini Seifeddine & Al. (2018). Effects of a Four-Week Small-Sided Game and Repeated Sprint Ability Training during and after Ramadan

- on Aerobic and Anaerobic Capacities in Senior Basketball Players. .
Annals of Applied Sport Science, 7-13.
- 26.Brini Seifeddine & Al. (2018). Effects of a Four-Week Small-Sided Game and Repeated Sprint Ability Training during and after Ramadan on Aerobic and Anaerobic Capacities in Senior Basketball Players. .
Annals of Applied Sport Science, 7-13.
- 27.Brini Seifeddine & Al. (2020). Effects of a 12-Week Change-of-Direction Sprints Training Program on Selected Physical and Physiological Parameters in Professional Basketball Male Players. .
International journal of environmental research and public health.
- 28.Brugger David. (2012). L'entraînement d'endurance à l'école sous forme intermittente (orientée vers le jeu). (U. d. Fribourg, Éd.) Suisse.
- 29.Burns Andy & Al. (2017). Strenght and Conditioning for Judo. GBR:
THE CROWOOD PRESS.
- 30.Carrio Christophe. (2006). Sport de combat : Préparation physique.
France: Amphora.
- 31.Castagna Carlo & Al. (2013). Relation between maximal aerobic power and the ability to repeat sprints in young basketball players. . Journal of Strength and Conditioning Research.
- 32.Castagna Carlo & Al. (2014). Validity and Reliability of the 45-15 Test for Aerobic Fitness in Young Soccer Players. . International journal of sports physiology and performance, 525-531.
- 33.Castañeda Arkaitz. (2021). The Wingate Anaerobic Test, a Narrative Review of the Protocol Variables That Affect the Results Obtained.
Applied Sciences.

- 34.Cayla Jean-luc & Rémy Lacrampe. (2007). Manuel Pratique de l'entraînement. France: Editions Amphora.
- 35.Ceylan & Al. (2018). The comparison of Judo-Specific Tests. Ido Movement for culture. Movement for culture, 54-62.
- 36.Ceylan Bayram & Al. (2022). Which Performance Tests Best Define the Special Judo Fitness Test Classification in Elite Judo Athletes?. Journal of Functional Morphology and Kinesiology.
- 37.Chabaud Raphael. (2024). . Influence de l'entraînement sportif (force, endurance, HIIT) sur le métabolisme et la longévité. France: Sciences de vivant.
- 38.Chalouche Mouatez Billah & Al. (2022). The effect of a 6-week repeated-sprint-ability (RSA) training method on aerobic performance of judokas. El Mouhtarif, 491-509.
- 39.Chaudhary Anuradha & Al. (2024). Impact of Surya-Namaskar on explosive strength of upper-Body of Girls. 108-111.
- 40.Chelghoum Hichem. (2012). LA PREPARATION PHYSIQUE DES JUDOKAS PAR LE TRAVAIL INTERMITTENT. Le defi, 20.
- 41.Cherara Lalia & Al. (2022). Characteristics of Handgrip (Kumi-Kata) Profile of Georgian Elite Judo Athletes. . GYMNASIUM, 54-66.
- 42.Da Silva Luvanor Santana & Al. (2021). Training Protocols and specific performance in Judo Athletes : A Systematic Review. Journal of Strength and Conditioning Research.
- 43.daniele detanico & col. (2020). Physical Performance in young Judo athletes : Influence of somatic maturation, Growth and Training Experience. reseach Quarterly for exercise and Sport, 425-432.

44. Debraux Pierre. (2010). ETUDE DES DETERMINANTS DE LA PERFORMANCE EN CYCLISME PUISSANCE MUSCULAIRE ET AERODYNAMISME APPLICATION EN BMX. (U. D. CHAMPAGNE-ARDENNE, Éd.) France.
45. Dellal Alexandre. (2008). Analyse de l'activité physique du footballeur et de ses conséquences dans l'orientation de l'entraînement : application spécifique aux exercices intermittents courses à haute intensité et aux jeux réduits. (U. d. Strasbourg, Éd.) France.
46. Demirci Omer & Al. (2023). The relationship between judo specific test performances and physical fitness in prepubescent male judo athletes. . Revista de Artes Marciales Asiáticas, 12-22.
47. Detanico & Al. (2013). Specific evaluation in judo: A review of methods. . Brazilian Journal of Kinanthropometry and Human Performance, 14.
48. Didier Reiss & Pascal Prévost. (2013). La Bible de la Préparation Physique. France: Editions Amphora.
49. Dimitrova Diana & Al. (2020). AEROBIC CAPACITY OF JUDO PLAYERS SCALED FOR DIFFERENCES IN BODY SIZE. Journal of applied sports Sciences, 23.
50. Do Nascimento Salvador Paulo & Al. (2015). Effects of four weeks of repeated sprint training on physiological indices in futsal players. . Brazilian Journal of Kinanthropometry and Human Performance, 91-103.
51. Dufour Michel. (2009). LES DIAMANTS NEUROMUSCULAIRES TOME1 : L'EXPLOSIVITE ET LA PUISSANCE MUSCULAIRE. France: Editions VOLODALEN.

- 52.Durango Ana & Refugio Craig. (2018). An Empirical Study on Wilcoxon Signed Rank Test. 10.13140/RG.2.2.13996.51840. (10.13140/RG.2.2.13996.51840, Éd.)
- 53.Fahrudin M & Al. (2024). Enhancing Anaerobic Endurance in Student Futsal Players through Small-Sided Games Combined with High-Intensity Interval Training. Physical Education Theory and Methodology, 232-236.
- 54.Famy Amandine. (2024). Les produits dopants dans la pratique des sports d'endurance. (A.-M. université, Éd.) France: Sciences pharmaceutiques.
- 55.Franchini & Al. (2007). Physical Fitness and Anthropometrical Profile of the Brazilian Male Judo Team. Journal of physiological anthropology, 59-67.
- 56.Franchini & Al. (2015). Specificity of performance adaptations to a periodized judo training program. . Revista Andaluza de Medicina del Deporte.
- 57.Franchini & Al. (2016). High-Intensity Intermittent Training Positively Affects Aerobic and Anaerobic Performance in Judo Athletes Independently of Exercise Mode. . Frontiers in Physiology, 1-12.
- 58.Franchini & Al. (2021). High-intensity interval training in judo uchi komi : fundamentals and practical recommendations. The Arts and Sciences of Judo, 35-45.
- 59.Franchini Emerson & Al. (2011). Endurance in judogi grip strength tests: Comparison between elite and non-elite judo players. . Archives of Budo, 7.

60. Franchini Emersson & Al. (2011). Physiological Profiles of Elite Judo Athletes. Sports medicine (Auckland, N.Z.), 147-166.
61. Freiburger Eduardo. (2014). LA CAPACITÉ À RÉPÉTER DES SPRINTS AVEC DES PÉRIODES DE RÉCUPÉRATION REPRÉSENTATIVES DES DEMANDES D'UN MATCH DE SOCCER. (U. D. TROIS-RIVIÈRES, Éd.)
62. Gantois Petrus & Al. (2017). Repeated sprints and the relationship with anaerobic and aerobic fitness of basketball athletes. Journal of Physical Education and Sport.
63. Gantois Petrus & Al. (2019). Repeated sprint training improves both anaerobic and aerobic fitness in basketball players. . Isokinetics and Exercise Science, 1-9.
64. Gantois Petrus & Al. (2022). Short-Term Effects of Repeated-Sprint Training on Vertical Jump Ability and Aerobic Fitness in Collegiate Volleyball Players During Pre-Season. 1040-1051.
65. Garcia Gaston & Al. (2013). Comparison of the maximal oxygen uptake predictive using different incremental field test: UMTT, VAM-EVAL and 20m-SRT. Archivos de Medicina del Deporte, 156-162.
66. Gariod L & Al. (1995). Évaluation du profil énergétique des judokas par spectroscopie RMN du P31. Science & Sports, 201-207.
67. Giroux Caroline. (2014). ANALYSE DES DÉTERMINANTS BIOMÉCANIQUES ET NEUROMUSCULAIRES DE LA PERFORMANCE DANS LES ACTIVITÉS SPORTIVES EXPLOSIVES. (U. d. Rouen, Éd.) France.

- 68.Green Griffin & Al. (2023). A VO2max Protocol for Young, Apparently Healthy Adults. . International journal of exercise science, 1257-1268.
- 69.Gregory Whyte. (2006). ADVANCES IN SPORT AND EXERCISE SCIENCE SERIES : The Physiology of training. Churchill livingstone Elsevier, 28.
- 70.Grgic Jozo & Al. (2019). Test–Retest Reliability of the Yo-Yo Test: A Systematic Review. Sports Medicine.
- 71.Groulx Guillaume. (2018). L'IMPACT D'UN ENTRAÎNEMENT DE SPRINTS RÉPÉTÉS COURTS SUR GLACE AFIN D'AMÉLIORER LA VITESSE ET L'ENDURANCE DE PATINAGEL. (U. D. MONTRÉAL, Éd.) Canada.
- 72.Hilpron Michael. (2021). De « faire du judo » à « faire judo » Approche ethnographique d'une pratique de haut-niveau par la culture matérielle. (U. d'orléans, Éd.) France: Laboratoire A.M.A.P.P.
- 73.Hourcade Jean-Christophe. (2017). Quantification de la charge d'entraînement pour les exercices spécifiques en football. France.
- 74.Ilic Igor & Al. (2023). Impact of Explosive Strength on Shot Speed in Handball. . GYMNASIUM, 109-119.
- 75.Janicot & Pouillart. (1997). Judo Techniques and Tactics . France : Editions MILAN.
- 76.Jodhani Drashti & Al. (2020). MEASUREMENT OF BODY FAT USING GIRTH MEASUREMENT AND SKINFOLD CALIPER IN YOUNG INDIVIDUAL: A CORRELATIONAL STUDY. International Journal of Scientific and Engineering Research, 71-73.

77. Jones Mark & Al. (2013). Relationship between Repeated Sprint Ability and Aerobic Capacity in Professional Soccer Players. TheScientificWorldJournal. The Scientific World Journal.
78. Kano Jigoro. (1986). Kodokan Judo. Japan: Kodansha International Ltd.
79. Kashiwagura DB & Franchini E. (2022). The grip dispute (kumi-kata) in judo: A scoping review. Revista de Artes Marciales Asiáticas, 1-18.
80. Kaynak Kerimhan & Al. (2017). The effects of 20-m repeated sprint training on aerobic capacity in college volleyball players. . Biomedical Human Kinetics, 43-50.
81. Klein Antoine. (2019). Effets chroniques en puissance sur le haut du corps d'un programme d'entraînement de type contraste de charge lourd-léger avec bandes élastiques Vs charges traditionnelles chez des sportifs de haut niveau. (U. D. L'ADOUR, Éd.) France.
82. Kons & Al. (2020). Neuromuscular and judo-specific tests Can they predict judo athletes ranking performance. 16-23.
83. Kons Rafael L & AL. (2020). Effects of successive judo matches on interlimb asymmetry and bilateral deficit. Phys Ther Sport, 15-22.
84. Korkmaz Eryılmaz Selcen & Kaynak Kerimhan. (2019). Relationship between Repeated Sprint Ability and Aerobic Fitness in College Volleyball Players. . Universal Journal of Educational Research, 1198-1204.
85. Kraken Ivan & Al. (2020). Effects of Plyometric and Repeated Sprint Training on Physical Performance. sports8070091.

- 86.Lachaine Gilles. (2017). Le judo, une voie thérapeutique pour jeunes en difficulté. (U. d. Montréal, Éd.) canada.
- 87.Lapidot Itshak, .. (2020). Tech. Report: Modified Kolmogorov-Smirnov test. 10.13140/RG.2.2.34109.69608.
- 88.Leger Luc & Al. (1984). Aerobic capacity of 6 to 17-year-old Quebecois--20 meter shuttle run test with 1 minute stages. . Canadian journal of applied sport sciences., 64-69.
- 89.Legoue Clémence. (2024). Effets de la méthode du Velocity based training (vbt) sur l'amélioration des performances physique chez les sportifs. Sciences du Vivant [q-bio].
- 90.Lortie G & Al. (1984). Responses of Maximal Aerobic Power and Capacity to Aerobic Training. . International journal of sports medicine, 232-236.
- 91.Lowery Matthew & Al. (2018). The relationship between ventilatory threshold and repeated-sprint ability in competitive male ice hockey players. . Journal of Exercise Science & Fitness, 32-36.
- 92.Marques Catarina & Al. (2024). Body composition, strength and muscle power indices at the different competitive levels of Futsal. 10.21203.
- 93.Martins Anthony. (2013). EFFETS DE TROIS MODALITES DE RECUPERATION (PASSIVE, ACTIVE, PAR ELECTROSTIMULATION) SUR DES PERFORMANCES DE TYPE JUDO EN COMPETITION. France.
- 94.McCall Jeff. (2015). Beginning judo : A beginner's guide to judo. GBR: Kindle edition.

95. Mohammed AM & Al. (2014). La force de préhension des judokas déficients visuels. *Revue Sciences et Pratiques des Activités Physiques Sportives et Artistiques*.
96. Moussa Issa. (2020). Charge d'entraînement et charge compétitive au judo : un suivi longitudinal, un outil robuste aux données manquantes et une analyse des combats. (U. P. Cité, Éd.) France: Physiologie q-bio.TO.
97. Ndiaye Ibrahima. (2010). EVALUATION DES QUALITES PHYSIQUES DES JUDOKAS DES EQUIPES NATIONALES JUNIORS ET SENIORS DU SENEGAL. Sénégal.
98. Ndiaye Ibrahima. (2010). EVALUATION DES QUALITES PHYSIQUES DES JUDOKAS DES EQUIPES NATIONALES JUNIORS ET SENIORS DU SENEGAL EN PERSPECTIVE DES CHAMPIONNATS D'AFRIQUE 2010 - 2011 A DAKAR. (U. C. (UCAD), Éd.) Sénégal.
99. Nedeljkovic Aleksandar & Al. (2007). Evaluation of Margaria staircase test: The effect of body size. . *European journal of applied physiology*, 115-120.
100. Newton Robert U. (1997). Expression and development of maximal muscle power. (U. o. Queensland, Éd.) Optimal kinetics.
101. Ningrum Utari & Al. (2024). The Effect of Training Model and Arm Muscle Strength on Arm Power in Judo Sport. *INTERNATIONAL JOURNAL OF MULTIDISCIPLINARY RESEARCH AND ANALYSIS*.
102. Nyquist Nicholas. (2023). Muscle Strength and Muscle Size Adaptations in Ice Hockey Athletes inseason: A Comparison Between

Moderate and High Velocity Loss Thresholds. (U. o. stavanger, Éd.) Norway.

103. Oletchia Matthias. (2014). Perception de la récupération et performance : Etude à partir de l'utilisation de la cryothérapie comme moyen de récupération chez le rugbyman professionnel. France.
104. Olivier Girard & Al. (2011). repeated sprint ability part 1 : factors contributing to fatigue. Sports medicine (Auckland, N.Z.), 673-694.
105. Paavo V Komi. (2003). STRENGTH AND POWER IN SPORT. USA: Blackwell Science.
106. Paillard Thierry. (2014). Optimisation de la performance sportive en judo. Bruxelles, Belgium: De Boeck.
107. Paulo Gil Costa Mendes De Salles & al. (2012). Validity and reoriducibility of the Sargent Jump test in the assessment of explosive strength in soccer players. Journal of human kinetics, 116.
108. Penry Jason & Al. (2011). Validity and Reliability Analysis of Cooper's 12-Minute Run and the Multistage Shuttle Run in Healthy Adults. . Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association, 597-605.
109. R.Rousseau & col. (2019). le judo : un sport pour tous. Science & Sports, 34.
110. Rahman MD & Sharma JP. (2023). An Assessment of Maximal Isometric Hand Grip Strength and Upper Body Explosive Strength and Endurance in Various Ball Sports. . Physical Education Theory and Methodology. , 932-939.

111. Raiza Sham Hamezah & Nur Ikhwan . (2014). Hydration status, sprint performance and physiological responses during repeated sprint ability (RSA) training session. *Journal of Physical activity, Sports & Exercise*.
112. Ramanchuk Oleksandr & Al. (2024). Cardiorespiratory synchronization under the influence of strength endurance training. *Physical rehabilitation and recreational health technologies*, 25-35.
113. Retailleau Charles. (2022). Effet d'un programme d'entraînement combiné de force maximale et de pliométrie lente sur l'optimisation des changements de direction de 180° chez des tennismans. (U. d. nantes, Éd.)
114. Rey Ezequiel & Al. (2019). Effects of different repeated sprint-training frequencies in youth soccer players. . *Biology of Sport*, 257-264.
115. Rivière Gwladys. (2011). Étude par RMN de la créatine kinase musculaire et d'un nouveau domaine de liaison. (U. C.-L. I, Éd.) France.
116. Riviere Jean Romain. (2020). Effet de la vitesse sur les capacités de production de force des membres inférieurs lors d'efforts intenses uniques et répétées. (U. S. Blanc, Éd.) *Physiologie [q-bio.TO]*.
117. Sachet Iris. (2022). Rôle des qualités et des coordinations musculaires dans l'optimisation de la puissance maximale en pédalage. . (N. Université, Éd.) *Physique et Société [physics.soc-ph]*.
118. Salles Paulo & Al. (2012). Validity and Reproducibility of the Sargent Jump Test in the Assessment of Explosive Strength in Soccer Players. . *Journal of human kinetics*, 115-121.

119. Sanchez Javier & Al. (2024). Plyometric Jump Training Effects on Maximal Strength in Soccer Players: A Systematic Review with Meta-analysis of Randomized-Controlled Studies. *Sports Medicine - Open*.
120. Sanders Gabriel & Al. (2017). Aerobic Capacity is Related to Repeated Sprint Ability with Sprint Distances Less Than 40 Meters. . *International Journal of Exercise Science*, 197-204.
121. Savoldelli Jack & Al. (2006). PRÉPARATION PHYSIQUE AUX ARTS MARTIAUX ET AUX SPORTS DE COMBAT. France: Editions De Vecchi S.A.
122. Seo Dong-il & Al. (2012). Reliability of the One-Repetition Maximum Test Based on Muscle Group and Gender. *Journal of sports science & medicine*, 221-225.
123. Sepriani Rika & Al. (2024). The Effectiveness of Ginger-Infused Water on Aerobic Endurance: A Randomized Control Trial. *Retos*, 45-51.
124. Shephard RJ. (2000). ENDURANCE IN SPORT 2nd edition (éd. 2nd edition). USA: Blackwell Science.
125. Soares-Caldeira Lucio & Al. (2014). Effects of Additional Repeated Sprint Training During Preseason on Performance, Heart Rate Variability, and Stress Symptoms in Futsal Players. . *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*, 2815-2826.
126. Stankovic Nemanja & Al. (2019). Correlation Between Body Composition and Functional Abilities of Judokas Selected for the

- National Team. . Physical Education and Sport Through the Centuries, 107-118.
127. Sterkowicz & Maslej. (1999). An evaluation of the technical and tactical aspects of judo matches at the seniors level. Zuffer.
 128. Stong Luke & Al. (2021). Effect of Test Sequence on Maximal Anaerobic and Aerobic Power Achievements in Adults. International journal of exercise science, 657-665.
 129. Suhana & Al. (2019). Relationship Between Agility and Power to Single-Sprint Performance and Repeated-Sprint Ability. Sarina Md Yusof's Lab, 978-981.
 130. Taufik Muhamad & Al. (2023). Development of Modified Vo2Max Test Instrument. . Jurnal Pendidikan Jasmani dan Olahraga, 228-235.
 131. Terret Cédric. (2021). Analyse technologique des conduites motrices du judoka en contexte écologique au regard de niveaux d'expertise. Épistémologie de la mesure, objectivation par actimétrie et EMG, propositions d'intervention. (U. d. Bordeaux, Éd.) France.
 132. Thariqi Yulfiras & Al. (2023). Increasing Leg Muscle Power and Leg Muscle Strength with Plyometric Exercise Variations. . COMPETITOR: Jurnal Pendidikan Kepelatihan Olahraga, 259.
 133. Thébault Nicolas & Al. (2011). Repeated-Sprint Ability and Aerobic Fitness. . Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association, 2857-2865.
 134. Thron Maximiliane & Al. (2024). Assessing anaerobic speed reserve: A systematic review on the validity and reliability of methods

to determine maximal aerobic speed and maximal sprinting speed in running-based sports. PloS one.

135. Tonnessen Espen & Al. (2011). The Effect of 40-m Repeated Sprint Training on Maximum Sprinting Speed, Repeated Sprint Speed Endurance, Vertical Jump, and Aerobic Capacity in Young Elite Male Soccer Players. *Journal of strength and conditioning research/ National Strength & Conditionin*, 2364-2370.
136. Uchoa Fabio & Al. (2021). Effect of uchi-komi prescribed as high-intensity interval training on Judo athletes. . *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*.
137. Umam Aji. (2023). Effect of Small Sided Games Training on Anaerobic Endurance and Fatigue Index in U-17 Soccer Athletes. . *INTERNATIONAL JOURNAL OF MULTIDISCIPLINARY RESEARCH AND ANALYSIS*, 9-11.
138. Vazquez Miguel & Al. (2015). Comparison of the Effect of Repeated-Sprint Training Combined With Two Different Methods of Strength Training on Young Soccer Players. . *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 744-751.
139. Wadley G & Le Rossignol P. (1998). The relationship between repeated sprint ability and the aerobic and anaerobic energy systems. *J Sci Med Sport*, 100-110.
140. Wei Lu. (2020). Relations force-vitesse lors du mouvement pluri-articulaire : impact de la fatigue. (L. M. Université, Éd.) France: *Physiologie q-bio.TO*.
141. (1988). Dans M. Wolk, A biomechanical comparison of the vertical jump and margaria power tests (p. 24).

ANNEXES

Programme d'entraînement :

Pendant la phase de préparation physique, on a fait la première batterie de test, cette batterie se compose du test Sargent, le CMJ test, test RSA, test Cooper, test de Luc-Léger, l'extraction de l'indice de fatigue à partir du test RSA. On a noté les résultats puis on a fait le programme d'entraînement sur l'échantillon, qui s'est consisté de 10 séances d'entraînements pour une durée de 5 semaines d'entraînement , 2 séances par semaines, puis après avoir fini avec ce programme, on a fait la deuxième batterie de test qui s'est composé des mêmes tests précédemment cités, on a noté les résultats des pré-tests et post-tests et on les a analysé statistiquement.

On a utilisé des méthodes différentes du RSA, dont les distances diffèrent 15/20/30/40 mètres, le nombre de répétition diffère (6-12-20), ainsi que les temps de repos entre les répétitions (30/20/10 secondes).

Tableau qui représente une « Fiche de séance »

Date : 15/09/2021

heure : 10h

Club : JSMJ

catégorie : junior.

Objectifs : Apprentissage de la méthode d'entraînement RSA (repeated-sprint ability) pour les judokas

Phase	Objectifs	Exercices	Temps	observation
Préparatoire	Echauffement général et spécifique	Etirement des membres inférieurs 10' en tempo run à 4'/km A B C de la course	15'	Elévation de la fréquence cardiaque (160-150 bpm)
Principale	Pour une première séance pour ce type d'exercices qui est une nouvelle expérience, on va commencer avec une séance à	2 bloc × 6 sprint de 20 mètres $2 \times 6 \times (4''/30'')$ En piste d'athlétisme, les athlètes devront faire 2 bloc de 6 répétitions de sprints de 20 mètres en 4'' donc des sprints en sub-maximale avec un temps de repos de 30'' entre	10'	Des chronos inconstant due au manque d'expérience pour ce type d'exercices vu que s'est des judokas

	intensité plutôt moyenne	chaque répétition et 2' entre chaque bloc		
Finale	Retour au calme + stretching	Course modérée à 5'/km (10') Stretching	15'	

Tableau d'un programme d'entraînement au sprint répété sur 5 semaines, indiquant le nombre de séries et de répétitions et les distances courues pour chaque séance.

Semaines	Séances	Description de l'entraînement par RSA
semaine 01	01	2×6×20m (4''/30'') r = 30'' R= 2'
	02	2×6×20m (3,90''/25'') r = 25'' R= 2'
Semaine 02	03	1×6×15m (3''/20'') r = 20'' R= 2' 1×6×20m (4''/25'') r = 25'' R= 2' 1×6×30m (6''/30'') r = 30'' R= 2'
	04	1×6×15m (3''/18'') r = 18'' R= 2' 1×6×20m (4''/20'') r = 20'' R= 2' 1×6×30m (6''/25'') r = 25'' R= 2'
Semaine	05	2×10×20m (4''/30'') r = 30'' R= 2' 1×6×30m (5,50''/25'') r = 25'' R= 2'

03	06	$2 \times 10 \times 20\text{m}$ (4''/20'') $r = 20''$ $R = 2'$ $2 \times 6 \times 30\text{m}$ (5,50''/25'') $r = 25''$ $R = 2'$
Semaine 04	07	$2 \times 10 \times 30\text{m}$ (6''/25'') $r = 25''$ $R = 2'$ $1 \times 6 \times 40\text{m}$ (7''/30'') $r = 30''$ $R = 2'$
	08	$2 \times 10 \times 30\text{m}$ (5,50''/20'') $r = 20''$ $R = 2'$ $2 \times 6 \times 40\text{m}$ (7''/25'') $r = 25''$ $R = 2'$
Semaine 05	09	$2 \times 10 \times 20\text{m}$ (4''/18'') $r = 18''$ $R = 2'$ $2 \times 10 \times 30\text{m}$ (6''/25'') $r = 25''$ $R = 2'$ $1 \times 6 \times 40\text{m}$ (7''/30'') $r = 30''$ $R = 2'$

Informations sur les athlètes de l'échantillon :

Athlete	Age	Poids	Experience
Haythem	20	55.1	12
Amine	19	65.7	10
Yakoub	18	75.9	12
Ziad	21	62.8	7
A.khalek	20	75.5	12
Khalil	20	66.2	11
Ayoub	20	95.4	8
Islam	19	64.2	12
Ibrahim	16	60.2	10
Athmen	21	56.4	10

Résultats du test Cooper (mètre) :

Parcourir la plus grande distance en 12 minutes de course.

Athlete	Pré-test	Post-test
Haythem	2250	2740
Amine	1662	2404
Yakoub	2080	2404
Ziad	2000	2236
A.khalek	2350	2570
Khalil	2110	1984
Ayoub	1500	2010
Islam	2350	2572
Ibrahim	2250	2740
Athmen	2082	2152

Résultats du test navette de Luc-Léger (palier) :

Courir des allers-retours jusqu'à l'épuisement.

Athlete	Pré-test	Post-test
Haythem	12.1	12.3
Amine	11	10
Yakoub	10.3	11
Ziad	10	11
A.khalek	11	12.6
Khalil	8.2	9
Ayoub	10	11
Islam	10	10
Ibrahim	9.3	12.9
Athmen	12	10.6





Résultats du test Sargent (centimètres) :

Sauter le plus grand saut vertical avec les bras libres.

Athlete	Pré-test	Post-test
Haythem	36	46
Amine	51	61
Yakoub	45	50
Ziad	51	51
A.khalek	50	52
Khalil	36	42
Ayoub	45	50
Islam	41	47
Ibrahim	52	54
Athmen	38	45

Résultats du CMJ (centimètres) :

Sauter le plus grand saut vertical en contre-mouvement avec les bras bloqués à la hanche.

Athlete	Pré-test	Post-test
Haythem	29.56	34.80
Amine	40.68	43.74
Yakoub	34.70	37.60
Ziad	33.98	37.88
A.khalek	35.84	34.60
Khalil	26.97	29.56
Ayoub	30.26	32.50
Islam	34.50	34.84
Ibrahim	43.85	50.23
Athmen	35.14	40.40



Résultats du test RSA :

Pré-test :

athlète	Rep 1	Rep 2	Rep 3	Rep 4	Rep 5	Rep 6	Rep 7	Rep 8	Moy	Best	Worst
Haythem	3.93	4.12	3.89	4.00	4.10	3.88	3.76	4.00	3.96	3.76	4.12
Amine	3.86	4.20	4.01	3.89	4.25	3.86	3.68	3.78	3.94	3.68	4.25
Yacoub	3.85	3.87	3.75	3.95	3.94	3.94	4.14	3.89	3.91	3.75	4.14
Ziad	3.91	3.90	3.88	4.05	3.80	3.98	4.23	4.10	3.98	3.80	4.10
A.khalek	3.85	4.23	4.16	4.16	4.30	4.20	4.23	4.14	4.15	3.85	4.30
Khalil	4.17	3.87	3.98	3.93	3.99	3.68	4.04	3.88	3.94	3.68	4.17
Ayoub	4.52	4.61	4.60	4.58	4.63	4.68	4.58	4.43	4.57	4.43	4.68
Islam	3.92	4.14	4.16	3.96	4.02	3.74	4.05	4.08	4.00	3.74	4.16
Ibrahim	3.82	3.84	3.90	3.92	3.94	3.83	4.20	3.90	3.91	3.82	4.20
athmen	3.43	3.50	3.71	3.74	3.62	3.57	3.62	3.58	3.59	3.43	3.74

Post-test :

athlète	Rep 1	Rep 2	Rep 3	Rep 4	Rep 5	Rep 6	Rep 7	Rep 8	Moy	Best	Worst
Haythem	3.90	4.05	3.95	4.00	3.90	3.85	3.70	3.90	3.90	3.70	4.05
Bouzit	3.80	4.10	4.01	3.95	4.20	3.90	3.68	3.78	3.92	3.68	4.20
Yacoub	3.80	3.90	3.80	3.90	3.90	3.94	4.10	3.89	3.90	3.80	4.10
Ziad	3.95	3.95	3.90	4.00	3.85	3.95	4.20	4.10	3.98	3.85	4.20
A.khalek	3.90	4.20	4.15	4.10	4.20	4.15	4.25	4.10	4.13	3.90	4.25
Khalil	4.05	3.85	3.95	3.95	3.95	3.68	4.00	3.85	3.90	3.68	4.05
Ayoub	4.60	4.40	4.60	4.40	4.50	4.30	4.60	4.45	4.48	4.30	4.60
kemiha	3.90	4.10	4.15	3.95	4.00	3.74	4.00	4.00	3.98	3.74	4.15
Brahimi	3.80	3.85	3.90	3.90	3.95	3.85	4.20	3.85	3.91	3.80	4.20
athmen	3.40	3.50	3.70	3.75	3.60	3.55	3.60	3.55	3.58	3.40	3.75

Résultats de l'indice de fatigue (%):

D'après les résultats du test RSA, on peut extraire l'indice de fatigue de chaque athlète en utilisant l'équation suivante :

$$fatigue\ index = 100 \times \frac{(Sprint_{best} - Sprint_{worse})}{Sprint_{best}}$$

Athlete	Pré-test	Post-test
Haythem	9.57 %	9.45 %
Amine	15.48 %	14.13 %
Yakoub	10.40 %	7.89 %
Ziad	8.94 %	9.09 %
A.khalek	11.68 %	8.97 %
Khalil	13.31 %	10.05 %
Ayoub	5.64 %	6.97 %
Islam	11.22 %	10.96 %
Ibrahim	9.94 %	10.52 %
Athmen	9.03 %	10.29 %

Résumé :

L'objectif de cette étude était d'investiguer l'effet du RSA (Repeated-Sprint-Ability) comme méthode d'entraînement, sur la puissance des membres inférieurs, l'endurance et l'indice de fatigue chez les judokas.

10 athlètes de judo (âgés de $19,5 \pm 1,26$ ans, poids $65,7 \pm 7,5$ Kg) ont suivi un programme d'entraînement par RSA de 5 semaines. Les judokas ont participé à 2 séances d'entraînement RSA par semaine, totalisant 10 séances en 5 semaines. Le programme d'entraînement par RSA a été réalisé avec une variété de distances sprinté 15/20/30/40 mètres et de périodes de repos variant de 15 à 30 secondes, les athlètes ont effectué le test de counter-mouvement jump et le test Sargent de saut vertical pour la puissance des membres inférieurs, le test Cooper et le test navette de Luc-Léger pour l'endurance des judokas, et finalement le RSA test et calculer l'indice de fatigue à partir du test RSA pour voir l'effet sur l'indice de fatigue.

Après avoir constaté une différence statistique entre les résultats du pré-test et du post-test pour les tests suivants : counter-mouvement jump (CMJ), le test Sargent, le test Cooper, le test navette de Luc-Léger. Par contre, pas de différence statistique entre les résultats du pré-test et du post-test du RSA test et de l'indice de fatigue.

Il a été conclu que faire des exercices de sprints répétés en plus de l'entraînement normal de judo développent la puissance des membres inférieurs et l'endurance des judokas mais d'une autre part la méthode d'entraînement par RSA n'a aucun effet sur les résultats du RSA test et n'affecte pas l'indice de fatigue chez les judokas.

Mots clés : le judo ; la puissance ; RSA (Repeated-Sprint-Ability) ; test de Counter-movement jump (CMJ) ; Test Sargent ; test navette de Luc-Léger ; indice de fatigue ; test Cooper.

Abstract :

The aim of this study was to investigate the effect of RSA (Repeated-Sprint-Ability) as a training method on lower limb power, endurance and fatigue index in judoka.

10 judo athletes (aged of 19.5 ± 1.26 years, weight 65.7 ± 7.5 kg) underwent a 5-week RSA training programme. The judokas participated in Two RSA training sessions per week, for a total of 10 sessions over 5 weeks. The RSA training program was carried out with a variety of sprint distances 15/20/30/40 metres and rest periods varying from 15 to 30 seconds, the athletes performed the counter-movement jump test and the Sargent vertical jump test for lower limb power, the Cooper test and the Luc-Léger shuttle test for judokas endurance, and finally the RSA test and calculate the fatigue index from the RSA test to see the effect on the fatigue index.

There was a statistical difference between the results of the pre-test and the post-test for the following tests: counter-movement jump (CMJ), the Sargent test, the Cooper test and the Luc-Léger shuttle test. However, there was no statistical difference between the pre-test and post-test results for the RSA test and the fatigue index.

It was concluded that doing repeated sprint exercises in addition to normal judo training develops lower limbs power and endurance of judokas, but on the other hand the RSA training method has no effect on RSA test and ,either on fatigue index of judokas.

Keywords : judo ; Power ; RSA (Repeated-Sprint-Ability) ; Counter-movement jump test (CMJ) ; Sargent test ; 20-m Shuttle test ; fatigue index ; Cooper test.

الملخص :

كان الهدف من هذه الدراسة، التحقق من أثر التدريب بطريقة RSA (القدرة على تكرار السرعة) على قوة الأطراف السفلية، قدرة التحمل و مؤشر التعب لدى مصارعى الجيدو.

خضع 10 مصارعى جيدو (أعمارهم 19.5 ± 1.26 سنة، ووزنهم 65.7 ± 7.5 كجم) لبرنامج تدريبي بطريقة القدرة على تكرار السرعة (RSA) لمدة 5 أسابيع. تمثل هذا البرنامج من جلستين تدريبيتين في الأسبوع، بإجمالي 10 جلسات على مدار 5 أسابيع. تم تنفيذ البرنامج التدريبي RSA بمجموعة متنوعة من مسافات العدو 40/30/20/15 مترًا وفترات راحة تتراوح من 15 إلى 30 ثانية، وأجرى الرياضيون اختبار القفز المضاد للحركة واختبار سارجنت للقفز العمودي لاختبار قوة الأطراف السفلية، واختبار كوبر والاختبار المكوكي لقدرة تحمل المصارعين، وأخيرًا اختبار RSA وحساب مؤشر التعب من اختبار RSA لمعرفة التأثير على مؤشر التعب.

كان هناك فرق إحصائي بين نتائج الاختبار القبلي والاختبار البعدي للاختبارات التالية: القفز المضاد للحركة (CMJ) ، واختبار سارجنت، واختبار كوبر، والاختبار المكوكي. لكن لم تكن هناك فروق إحصائية بين نتائج الاختبار القبلي و الاختبار البعدي لاختبار RSA ومؤشر التعب.

تم التوصل إلى أن القيام بتمارين القدرة على تكرار السرعة بالإضافة إلى تدريبات الجودو العادية يطور من قوة الأطراف السفلية وقدرة التحمل لدى مصارعى الجيدو ولكن من ناحية أخرى فإن طريقة التدريب على تكرار العدو السريع ليس لها تأثير على نتائج اختبار القدرة على تكرار السرعة ولا تؤثر على مؤشر التعب لدى مصارعى الجيدو.

الكلمات المفتاحية : الجيدو، القوة، القدرة على تكرار السرعة، اختبار القفز المضاد للحركة، اختبار سارجنت، الاختبار المكوكي، مؤشر التعب، اختبار كوبر.