

Monitoring et comparaison de la charge interne lors de combats d'entraînement chez des pratiquants de Judo et Jiu-jitsu brésilien ; les différences entre une séance de combats debout et de combats au sol.

Travail de fin d'études en vue de l'obtention du titre de
Master of Science en sciences du sport
Option enseignement

déposé par

Valentin Rota

à

l'Université de Fribourg, Suisse
Faculté des sciences et de médecine
Section Médecine
Département des neurosciences et sciences du mouvement

en collaboration avec la
Haute école fédérale de sport de Macolin

Référent
PD Dr. Silvio Lorenzetti

Conseillère
Eva Hofmann

Biel/Bienne, mars 2024

Remerciements

En premier lieu, je souhaite exprimer ma gratitude envers les participants pour leur dévouement et leur implication, ainsi qu'envers les entraîneurs pour leur collaboration et leur hospitalité au sein de leur dojo, éléments essentiels à la réalisation de mon étude.

Un grand merci à ma conseillère, Eva Hofmann, pour son soutien, sa disponibilité et ses conseils pertinents. J'ai eu la chance d'avoir le suivi et son avis d'experte tout au long de mon projet, en gardant une grande autonomie et indépendance dans mes prises de décision.

Résumé

Introduction : De nombreuses études ont analysé la charge interne lors de combat de Judo et de JJB en mesurant les variables de FC, LA et RPE. Les résultats de la recherche actuelle font état d'une FC moyenne atteignant 85 à 92% de la FC maximale, des taux de LA présentant des valeurs allant de 7 à 13 mmol/L et des valeurs de la RPE s'élevant entre 14 et 17 sur l'échelle de Borg. En revanche, aucune étude ne s'est penchée sur les différences spécifiques entre le combat debout et le combat au sol. L'objectif de cette étude est d'identifier et comparer les différences des variables FC, LA et RPE lors de combat debout et au sol entre les groupes Judo et JJB. Des connaissances approfondies dans ce domaine pourraient s'avérer utiles lors de la planification d'entraînements spécifiques.

Méthode : Les 22 participants à l'étude (âge = 24.3 ans \pm 6.7 ans, taille = 175.6 cm \pm 6.3 cm, poids = 74.8 kg \pm 9.6 kg) ont été mesurés lors d'un test d'effort afin d'obtenir des valeurs maximales individuelles de la FC et du LA. Deux modalités d'entraînement ont été mesurées lors d'un entraînement de combat debout et d'un entraînement de combat au sol composés de cinq combats consécutifs où la mesure des trois variables (FC, LA, RPE) a été relevée. Des analyses statistiques ANOVA ont été utilisées pour identifier les différences significatives des variables (FC, LA, RPE) entre les modalités (debout, sol) et les groupes (Judo, JJB).

Résultats : Les résultats ont démontré des différences significatives de la FC moyenne relative (FC debout = 89%, FC sol = 82%, $p < .001$) et du LA moyen relatif (LA debout = 54%, LA sol = 58%, $p < .001$) tandis qu'aucune différence significative de la RPE n'a été observée (RPE debout = 14, RPE sol = 14, $p > 0.05$) entre les deux modalités. Des différences significatives ont été identifiées entre les groupes Judo et JJB pour la FC au sol (Judo = 79%, JJB = 88%, $p < .001$), le LA debout (Judo = 50%, JJB = 63%, $p < 0.01$) et le LA au sol (Judo = 48%, JJB = 82%, $p < .001$).

Discussion et conclusion : Les demandes physiques et fonctionnelles se distinguent entre le combat debout et au sol, et les variations de la charge interne entre les deux peuvent être attribuées aux différences dans les groupes musculaires sollicités et les types de contractions musculaires employées. De plus, les règlements distincts entre les disciplines sportives du Judo et JJB affectent la dynamique de combat impactant différemment les variables de FC et LA. Les approches distinctes du combat debout et du combat au sol pourraient être une source d'inspiration bénéfique dans la planification des entraînements de Judo et JJB.

Table des matières

1 Introduction	5
1.1 Contexte scientifique et situation initiale	5
1.2 Objectifs et questions de recherche	15
2 Méthode.....	16
2.1 Description de l'échantillon	16
2.2 Design de l'étude.....	16
2.3 Instruments	17
2.4 Récolte de données.....	17
2.5 Évaluation et analyse statistique des données	20
3 Résultats	21
3.1 Aperçu des résultats	21
3.2 Fréquence cardiaque.....	23
3.3 Lactate sanguin.....	25
3.4 Perception de l'effort.....	26
4 Discussion	28
4.1 Interprétation globale des résultats de FC, LA et RPE	28
4.2 Interprétation des différences entre les groupes Judo et JJB.....	30
4.3 Limitations et faiblesses de l'étude	33
4.4 Recommandations pour la planification d'entraînement de Judo et JJB.....	34
5 Conclusion.....	37
Bibliographie.....	38
Annexe	42
Annexe 1	42
Annexe 2	44
Annexe 3	47

1 Introduction

1.1 Contexte scientifique et situation initiale

1.1.1 Le Jiu-jitsu à l'origine du Judo et Jiu-jitsu brésilien

C'est au Japon, durant l'époque d'Edo (1600 – 1868) que l'on retrouve les origines du Jiu-jitsu. Le Jiu-jitsu, qui se traduit littéralement « art de la souplesse », se constitue de techniques de combat développées et utilisées pour attaquer ou se défendre lors d'un duel à mains-nues regroupant des frappes, des projections et des soumissions. En 1882, Jigoro Kano s'inspira du Jiu-jitsu pour créer le Judo ; un art martial moderne qui vise à développer le corps et l'esprit en excluant les techniques de coups ainsi que d'autres techniques martiales dangereuses (Plée, 1999). Mitsuyo Maeda, élève de Jigoro Kano et à cette époque 4^{ème} Dan de Judo, émigra au Brésil en 1917 pour s'y installer. Il y transmet ses compétences de judoka et combattant à un certain Carlos Gracie qui deviendra le leader du clan Gracie à l'origine du développement de ce que l'on nomme aujourd'hui le Jiu-jitsu brésilien (JJJ) (Stanley, 2002).

Le Judo et le JJJ sont aujourd'hui des arts martiaux ainsi que des sports de combat dits de préhension. Dans leurs débuts respectifs, ces deux arts martiaux ont d'abord été pratiqués dans l'optique de développer le corps et l'esprit pour pouvoir se défendre face à un agresseur. Avec leur montée en popularité à travers les différents continents, une pratique et culture plus sportive de ces disciplines s'est développée autour de règlements distincts.

1.1.2 Différences et similarités entre Judo et JJJ

Bien qu'ils aient les mêmes racines, le Judo et le JJJ se différencient en termes de technique et de dynamique de combat. Les différences de règlements (Tableau 1) influencent les proportions entre les séquences de combat debout et au sol et peuvent impliquer des exigences physiques et fonctionnelles différentes (Stachoń et al., 2015). Ces disciplines sportives mettent en opposition deux combattants luttant au corps-à-corps pour obtenir la victoire en utilisant des techniques de projections, des techniques d'immobilisation ou encore des techniques de soumissions contre leur adversaire.

En Judo, le score maximal est appelé « Ippon » et offre une victoire immédiate. Un ippon peut être obtenu lors d'une phase de combat debout en projetant son adversaire sur le dos. Un ippon peut également être obtenu lors d'une phase de combat au sol en immobilisant son adversaire sur le dos ou en appliquant une technique de soumission par clé articulaire ou par étranglement.

Au terme du temps réglementaire et en l'absence d'un Ippon, la victoire revient au combattant ayant un avantage de points (Waza-ari). Si aucun avantage de points ne peut départager les combattants, une prolongation à durée illimitée (Golden-score) sera appliquée et le premier combattant à obtenir un avantage de point sera désigné vainqueur.

L'objectif principal du JJB de compétition est d'obtenir le contrôle de positions stratégiques afin de pouvoir soumettre son adversaire au moyen de techniques d'étranglements et de clés articulaires (Øvretveit, 2018). Lorsqu'il n'y a pas de soumission de l'adversaire dans un combat, un système de points spécifique permettra de départager les combattants en fonction des positions dominantes atteintes. Les positions dominantes permettant de marquer des points sont la montée (Mount), le contrôle du dos (Back control) et le genou-estomac (Knee on belly). La projection (Takedown), le passage de garde (Guard pass) et le renversement (Sweep) sont quant à eux des transitions permettant également de marquer des points. En cas d'égalité, le vainqueur est désigné par une décision des arbitres. Il est important de mentionner qu'en JJB la valorisation de la projection est relativement faible par rapport au Judo car elle confère uniquement un avantage de points et non une victoire directe. Ces différences de règlements et valorisations ont par conséquent un impact sur la dynamique de combat ainsi que les techniques exécutées par les combattants.

Plusieurs études se sont penchées sur l'utilisation et l'efficacité des différentes techniques en compétition. JudoData (2024) rapporte que 90% des points marqués en Judo proviennent du combat debout contre 10% du combat au sol. L'étude d'Adam et al. (2012) mentionnent que les techniques les plus efficaces en Judo étaient les projections Seoi-nage, Uchi-mata et O-uchi-gari ainsi que l'immobilisation Kesa-gatame en figurant de manière récurrente parmi les techniques les plus dominantes en compétition. En ce qui concerne l'efficacité des techniques au sol, Gutiérrez-Santiago et al. (2019) indiquent que 70% des points marqués lors de séquences de combat au sol proviennent d'immobilisations, 20% de clé-articulaires et 10% d'étranglements. Par conséquent, bien que le judo soit principalement pratiqué debout, le travail au sol peut avoir une incidence décisive dans un combat.

BJJ Heroes (2017a) indiquent que lors des championnats du monde de JJB 2017 masculins, 30% des combats se sont décidés par soumissions et 42% par différence de points. Les techniques de soumissions les plus efficaces ont été les étranglements (42%) suivis des clés de bras (17%) et finalement tous types de clés de jambe confondus (15%). Parmi les points marqués, 63% ont été effectués par renversement, 16% par passage de garde, 12% par contrôle du dos et 9% par projection. Malgré le fait que le combat debout ne semble pas être d'une grande importance en JJB de haut-niveau, car seul 14% des combats ont vu une projection marquer des

points, il est toutefois important de mentionner que 88% des combattants ayant marqués sur projection ont fini par remporter leur combat (BJJ Heroes, 2017b).

Tableau 1

Représentation personnelle : Différences majeures entre Judo et JJB de compétition.

Sujet	Judo	JJB
Durée du combat	4 minutes	5 - 10 minutes (en fonction de la ceinture)
Interruption de l'arbitre	Interruption du combat au sol si aucune continuité ou progression du mouvement n'est observée. Reprise du combat en position debout.	Interruption du combat uniquement lors de pénalisation. Reprise du combat dans la même position que lors de l'interruption.
Valorisation de la projection	Victoire directe ou avantage de points	Avantage de points
Restriction des saisies (debout)	Interdiction de saisir les jambes	Aucune
Valorisation de l'immobilisation	Victoire après 20 secondes	Avantage de points après 3 secondes
Valorisation de la prise du dos	Aucune	Avantage de points après 3 secondes
Soumissions autorisées	Étranglements et clés articulaires (coude / épaule)	Étranglements, clés articulaires (bras / épaules / genou / cheville / poignet) et compressions musculaires

Note. Ce tableau présente certaines différences majeures impactant directement et indirectement le déroulement des combats et par conséquent les spécialisations et les potentielles stratégies de combat distinctes entre des pratiquants de Judo et JJB.

Les règles, les techniques utilisées mais également la structure temporelle des combats se différencie entre le Judo et le JJB. D'après Hernández-García et al. (2009), les combats de Judo durent en moyenne de 7,19 à 10,60 ± 1,33 minutes tandis que d'autres études rapportent que la plupart des combats de judo se terminent avant le temps réglementaire et qu'une grande partie des combats dure 3 à 4 minutes (Franchini et al., 2011 ; Stachoń et al., 2015). Les combats officiels de JJB peuvent durer de quelques secondes à plusieurs heures, mais sont généralement réglementés pour des duels de 5 à 10 minutes (International Brazilian Jiu-Jitsu Federation, 2015). La structure temporelle typique d'un combat de Judo est de 20 à 30 secondes d'action interrompues par des périodes de repos d'une durée moyenne de 5 à 10 secondes, équivalant un ratio action-repos de 2:1 ou 3:1 (Franchini et al., 2013 ; Hernández-Garcia et al., 2009 ; Miarka et al., 2012). Les séquences d'action d'un combat de JJB durent plus longtemps que celles du Judo, avec une durée moyenne estimée de 117 à 170 secondes d'effort pour 12 à 20 secondes de pause, le ratio action/repos approximatif en JJB est de 10:1 (Stachoń et al., 2015).

D'après les analyses statistiques de JudoData (2024), les combats de Judo sont en moyenne composés de 9 ± 6 séquences d'action. De plus, l'étude de Marcon et al. (2010) mentionnent que les combats ont en moyenne 11 séquences d'action dont 4 effectuées au sol. Andreato et al. (2016) affirment que la majeure partie des combats de JJB se déroulent au sol (combat au sol : 146 ± 119 secondes ; combat debout : 25 ± 17 secondes) et que la comparaison entre le JJB et les actions de combat au sol en Judo (Ne-waza) est limitée en raison de la différence de temps d'action (Judo : 9 ± 4 secondes à 17 ± 12 secondes ; JJB : ≈ 170 secondes).

Bien que la structure temporelle des combats de Judo et JJB soit différente, ces deux disciplines sportives se caractérisent par des actions intermittentes de haute intensité (Andreato et al., 2016 ; Campos et al., 2022 ; Franchini et al., 2011). La complexité et l'exigence de l'activité induit une sollicitation importante des différents métabolismes énergétiques et leur optimisation spécifique est décisive pour atteindre un haut niveau de performance en compétition (Degoutte et al., 2004 ; Franchini et al., 2011).

Le métabolisme aérobie est important pour maintenir les actions de haute intensité durant l'intégralité du combat et favoriser une récupération plus rapide entre les séquences ainsi que la récupération entre les combats (Andreato et al., 2016 ; Campos et al., 2022). La dépendance considérable à l'égard des systèmes énergétiques anaérobies, particulièrement les filières énergétiques anaérobie lactique, peut être attribuée à la nature intermittente et très intense des phases de combat (Øvretveit, 2018), tandis que les systèmes énergétiques anaérobies à haute énergie phosphate et glycolytique permettent d'engager des attaques avec force et rapidité (Julio et al., 2017). En raison de la durée des combats, l'effort fourni en JJB est majoritairement aérobie avec une activation modérée des voies énergétiques glycolytiques semblant entraîner une intensité et une demande métabolique inférieures à celles du judo (Andreato et al., 2016 ; Villar et al. 2018). À ce jour, il n'existe pas de consensus quant à la part prépondérante du métabolisme anaérobie ou aérobie lors de combat de Judo (Degoutte et al., 2004).

Les capacités conditionnelles telles que la force isométrique et dynamique maximale jouent un rôle clé dans l'issue d'un combat et la sollicitation des groupes musculaires de l'abdomen, des jambes et des bras est importante autant lors du combat debout qu'au sol (Blais et al. 2007 ; Franchini et al., 2011 ; Serrano-Huet et al., 2016 ; Stachoń et al., 2015). Dans la phase de combat debout, les combattants doivent dans un premier temps faire preuve de force-endurance dans les avant-bras pour assurer une bonne saisie qui peut leur conférer un avantage pour exécuter une technique de projection (Franchini et al., 2013). Les techniques de projection spécifiquement utilisées en Judo représentent une charge excentrique-concentrique élevée sur les membres inférieurs (Serrano-Huet et al., 2016). Au sol, les séquences nécessitent une

combinaison de puissance musculaire et d'endurance anaérobie. Une grande force endurance isométrique est requise pour garder une bonne prise sur un adversaire pour l'immobiliser ou appliquer une technique de soumission. La force des membres supérieurs est importante car les techniques impliquent généralement un contact extrême et n'offrent pas d'espace pour des mouvements dynamiques. En revanche, certaines techniques comme les renversements nécessitent une combinaison de force, vitesse et explosivité (Campos et al., 2022 ; Stachoń et al., 2015 ; Villar et al., 2018).

D'après l'analyse de l'activité du Judo et JJB de compétition effectuée dans cette étude, la durée et la dynamique des combats, les interventions d'arbitrage, la valorisation des projections et des immobilisations ainsi que les restrictions de saisies et de soumissions caractérisent et différencient ces deux disciplines sportives (cf. Tableau 1). Les stratégies des judokas se concentrent plutôt sur la recherche de la projection pouvant amener à la victoire directe tandis que le combat au sol représente pour eux une opportunité secondaire pour remporter le combat. En revanche, les pratiquants de JJB utiliseront le combat debout uniquement pour se retrouver dans une situation au sol qui leur sera favorable pour pouvoir soumettre leur adversaire ou marquer des points. La spécificité du JJB est qu'il permet un certain nombre de techniques de combat non autorisées en judo (Stachoń et al., 2015). Par conséquent, les programmes d'entraînements des judokas sont généralement focalisés sur le combat debout comme mentionné dans l'ouvrage Judo Kodokan – La bible du Judo (1999), à l'inverse des programmes d'entraînements de JJB centrés plutôt sur le combat au sol :

L'accent doit avant tout être mis sur les techniques de projection. [...] Il vaut mieux se concentrer sur une chose plutôt que d'en faire deux superficiellement. Si le travail au sol est choisi en premier, les chances qui resteront d'apprendre le *Nage-waza* seront rares ou inexistantes. Si notre temps est limité, il faudra donc se concentrer sur l'apprentissage des projections. (Jigoro Kano, traduit par Plée 1999, p. 146)

Ces différences dans les règlements de compétition ont amené les pratiquants de Judo et JJB à acquérir des compétences, des spécialisations et des stratégies distinctes. Toutefois, bien que les phases de combat debout et au sol aient des importances et des enjeux différents entre les deux disciplines sportives, il semble être judicieux pour les athlètes de développer une base de compétences techniques dans les deux phases de combat en respectant un investissement en ressources proportionnel aux enjeux respectifs. Le prochain paragraphe traite l'objectivisation, la quantification et les facteurs d'influence des sollicitations physiques lors de combats de Judo et JJB.

1.1.3 Monitoring de la charge interne lors de combats de Judo et JJB

Le Judo et le JJB sont des sports complexes et dynamiques qui mettent à l'épreuve autant les compétences techniques et tactiques que les aspects de condition physique des combattants, comme le souligne Franchini et al. (2011). Les pratiquants de Judo et JJB sont par conséquent amenés à fournir des efforts qui varient continuellement en fonction de l'adversaire qu'ils affrontent. La nature complexe de l'activité motrice du Judo et JJB complique par conséquent l'objectivisation de la charge d'entraînement. Dans l'optique de quantifier et rationaliser la charge d'entraînement, Sedeaud et al. (2018) relèvent deux grands types de paramètres sur lesquels la charge d'entraînement se repose :

La charge externe qui correspond aux caractéristiques de l'exercice (intensité, volume...), pouvant être mesurée par des paramètres comme la distance totale parcourue, le temps total d'entraînement, les tonnes soulevées, le % d'une répétition maximale (RM), le nombre et l'intensité des sprints, [...] ; La charge interne qui est perçue comme l'ensemble des adaptations aiguës et chroniques (positives ou négatives) de l'organisme à la charge externe. Cette dernière est souvent appréhendée par les variables psychométriques (RPE : rate of perceived exertion, échelle de Borg, questionnaire de ressenti, questionnaire de courbatures...) ou les variables physiologiques et biologiques (fréquence cardiaque, lactatémie, activité en créatine-kinase [CK]...). (p. 23-24)

Parmi les formes d'entraînement spécifiques à la compétition, le Randori est la forme la plus commune pour développer l'ensemble des compétences des pratiquants. Le Randori est une forme de combat d'entraînement libre, sans enjeu, qui reflète le mieux les situations de compétition (Branco et al., 2013). Le volume, la durée et la fréquence des Randoris sont les caractéristiques principales déterminant la charge externe d'une séance d'entraînement pouvant être planifiée par les entraîneurs.

Plusieurs études se sont penchées sur le monitoring de la charge interne lors de combats pour pouvoir quantifier l'effort fourni en Judo ou en JJB en analysant la fréquence cardiaque (FC), le taux de lactate sanguin (LA) et la mesure de la perception de l'effort (RPE) des combattants. Le suivi des réponses des FC typiques des athlètes pendant un combat, selon Slimani et al. (2018), permet : (i) d'évaluer la demande cardiovasculaire des athlètes, (ii) de contrôler l'intensité de l'exercice, (iii) de se préparer de manière adéquate aux demandes physiologiques susceptibles d'être rencontrées pendant le match, (iv) d'aider les décisions tactiques de l'entraîneur et (v) de donner un aperçu de leur état de fatigue en réponse à la compétition.

Le LA discriminerait le mieux les actions spécifiques du judo, d'après Bueno Souza et al. (2022), tandis que la FC ne semblait pas être un bon indicateur de l'intensité des activités

spécifiques du judo. Dans leur étude, le LA, la FC ainsi que la RPE ont été mesurés lors de trois situations distinctes : un test de performance spécifique au Judo (SJFT), un Randori (RAN) et un combat lors d'une compétition officielle (OC). Les résultats de cette étude ont démontré que le LA et la RPE ont présenté des différences significatives entre les trois situations contrairement à la FC ne démontrant aucune différence significative entre les situations. De plus, la FC ne montrait aucun résultat uniforme avec les deux autres paramètres. Cependant, une forte corrélation entre la FC moyenne et la RPE a été relevée lors du SJFT ainsi qu'entre la FC maximale et le LA lors du RAN.

La RPE est un bon indicateur de l'effort lors d'une compétition de judo, selon Bonitch et al. (2005) et pourrait donc être un outil valable pour contrôler et planifier les séances d'entraînement de judo. Serrano-Huet et al. (2016) rejoignent cette conclusion en raison de la corrélation significative entre le LA et la RPE qu'ils ont observé, tout comme l'étude de Bromley et al. (2018) qui fournit des preuves supplémentaires que l'échelle RPE est une mesure stable et appropriée pour mesurer la charge de travail en judo. De leur côté, Branco et al. (2013) ont observé une corrélation modérée entre la RPE et la FC lors de randoris consécutifs. À la suite des analyses de la littérature scientifique, les différences de FC, LA et RPE lors de combats de Judo et JJB ont suggéré une FC plus élevée en Judo qu'en JJB et des taux de LA et RPE équivalents entre les deux disciplines (Tableau 2).

Tableau 2

Représentation personnelle : FC, LA et RPE relevés lors de combats de Judo ou JJB.

Judo	FC (bpm)	% FC_{max}	LA (mmol/L)	% LA_{max}	RPE (min-max)
Bonitch et al. (2005)	181 ± 23	91	-	-	-
Branco et al. (2013)	179	-	7.1 – 8.0	-	7.3 (0-10)
Bueno Souza et al. (2022)	-	86.4 ± 9.8	9.3 ± 3.1	-	4.7 (1-10)
Degoutte et al. (2004)	182.4	92	12.3	-	-
Franchini et al. (2013)	-	-	~ 10	-	15 (6-20)
Hernández-García et al. (2009)	180 ± 8.4	85 – 90	8.4 ± 1.2	-	-
Obmiński et al. (2010)	-	-	13.4 ± 5.2	-	-
Serrano-Huete et al. (2016)	182	-	> 10.0	-	16.6 (6-20)

JJB	FC_{moy} (bpm)	% FC_{max}	LA (mmol/L)	% LA_{max}	RPE (min-max)
Andreato et al. (2015)	167	-	8.5	-	16 ± 2 (6-20)
Leme Gonçalves Panissa et al. (2016)	167 ± 15	-	10.1 ± 1.4	-	-
Øvretveit (2018)	164 ± 9	85	8.8 ± 2.3	61	15 ± 1 (6-20)
Villar et al. (2018)	155 ± 11	-	11.0 ± 1.2	-	13.6 ± 2 (6-20)

Note. Bpm = battements par minute. Les moyennes FC et LA relatives sont exprimées en pourcentage du maximum individuel (% FC_{max}, % LA_{max}). RPE (min-max) = échelle utilisée.

1.1.4 Facteurs d'influence de FC, LA et RPE

La charge externe entraîne une sollicitation qui varie d'un individu à l'autre, soulignant l'importance d'examiner les facteurs d'influence de la charge interne. Parmi les facteurs d'influence des variables physiologiques, la dynamique, la durée ainsi que l'intensité spécifique des séquences d'actions lors des combats pourraient expliquer une différence entre la FC et le LA observés en combat de Judo et JJB. L'étude d'Obmiński et al. (2010) stipule que les compétiteurs masculins de judo atteignent des niveaux de lactate sanguin plus élevés après une durée de match plus longue. Leme Gonçalves Panissa et al. (2016), observent un résultat similaire chez des combattants de JJB. En raison des types de mouvements effectués et des techniques utilisées, les groupes musculaires engagés ainsi que la posture adoptée lors de la phase de combat prépondérante, c'est-à-dire debout pour les judokas et au sol pour les pratiquants de JJB, pourraient également avoir un impact sur les valeurs de FC et LA mesurés.

En observant uniquement l'impact de la masse musculaire active lors d'un exercice physique sur la FC, Kitamura et al. (1981) reportent des FC plus élevées lors d'un exercice sollicitant

tous les membres qu'un exercice sollicitant uniquement les jambes ; ce dernier démontrant à son tour une FC plus élevée que l'exercice sollicitant uniquement les bras. Van Hall et al. (2003) soulignent que la concentration de LA dépend de la masse musculaire engagée pendant l'exercice. L'engagement d'une masse musculaire importante permet le maintien de la concentration de lactate artériel à un niveau relativement bas en raison de la grande capacité du muscle squelettique actif à absorber le lactate : « L'absorption de lactate par les membres actifs pendant l'exercice est oxydée à des taux bien supérieurs à celle au repos, ce qui implique que l'absorption de lactate et l'oxydation subséquente dépendent également d'un taux métabolique élevé » (van Hall et al., 2003, p. 193). Yoshida et Higuchi (2002) suggèrent que, par rapport à la course à pied, la position assise et/ou l'implication d'un plus grand nombre de muscles sur un rameur facilitent le retour veineux et provoquent une réponse plus faible de la FC pour la même intensité relative de l'exercice. Par conséquent, les différences de posture semblent affecter la FC et pourraient expliquer une FC moyenne plus basse lors de phase de combat au sol que debout indépendamment de la discipline sportive.

Lors de phase de combat debout et au sol, différents types de contractions musculaires sont utilisées. Les contractions excentriques et concentriques sont omniprésentes dans les mouvements dynamiques effectués debout lors de techniques de projection et lors de technique de renversement au sol. Les contractions isométriques sont plutôt présentes lors des saisies de garde en combat debout et lors d'immobilisation, contrôle et stabilisation de positions stratégiques dominantes au sol. En manipulant le type de contractions musculaires, l'étude de Gentil et al. (2006) reportent différents taux de LA lors de quatre méthodes d'entraînement sous résistance (RTM) : (i) Méthode des dix répétitions maximales (10RM), (ii) Méthode isométrique fonctionnelle (FI), (iii) Occlusion vasculaire adaptée (VO) et (iv) Méthode ultra-lente (SL). Parmi les RTM, des différences dans les réponses au LA ont été observées. Les concentrations de LA les plus élevées ont été observées lors des méthodes incluant des mouvements isométriques (FI, VO) présentant une différence significative avec la méthode SL mais sans différence significative avec la méthode 10RM. Les résultats de l'étude de Gentil et al. (2006) pourraient amorcer une hypothèse sur les variations du LA en fonction des types de contraction musculaires observés lors de combat debout et au sol.

Parmi les facteurs d'influence extrinsèques à l'activité physique elle-même, les variations contextuelles des études peuvent exercer une influence sur les paramètres physiologiques des combattants. Franchini et al. (2013) relèvent des taux de LA d'environ 3 mmol/L inférieurs lors de simulation de combats et de Randoris comparés à ceux mesurés en compétition. Ils expliquent que cette différence est probablement due aux actions moins intenses effectuées par les

combattants dans la simulation par rapport aux combats de compétition en raison des enjeux différents. Bueno Souza et al. (2022) expliquent que la grande variation des taux de LA mesurés est liée aux variations contextuelles du combat, telles que la différence de niveau technique et de condition physique, la stratégie et la demande imposée par l'adversaire.

Une seconde hypothèse expliquant les variations entre les études serait la situation dans laquelle ces dernières sont effectuées. Dans certaines études, les Randoris ont été effectués lors d'un entraînement quotidien avec pour adversaires des coéquipiers, tandis que dans d'autres études, les Randoris ont été effectués contre des adversaires et concurrents réels de différents pays. Par conséquent, d'après Bueno Souza et al. (2022), cette seconde approche peut motiver et/ou exiger une plus grande intensité d'entraînement de la part des combattants et donc augmenter la réponse du taux de LA.

Comme la majorité des sports de combats, le Judo et le JJB sont des sports à catégories de poids. Dans le but de prendre l'avantage sur leur adversaire, il a été démontré que 90% des combattants utilisent la tactique bien connue de la perte de poids rapide juste avant la compétition (Artioli et al., 2010). Lakicevic et al. (2020), mentionnent qu'une perte de poids rapide réduit de manière significative la force isométrique et la vivacité des combattants, tandis qu'elle augmente significativement les niveaux de fatigue et de colère (Filaire et al., 2001). Sur la base de ces observations, une variation de la FC, du LA ainsi que de la RPE mesurés lors de Randoris pourrait survenir chez les combattants en perte de poids rapide préparant une compétition.

1.1.5 Intérêt et pertinence de l'étude

Lors des recherches de littérature, aucun article se penchant spécifiquement sur les différences de la charge interne entre le combat debout et le combat au sol pour le Judo et/ou le JJB n'a été trouvé. Dans l'optique de quantifier et récolter des informations sur le type d'effort fourni concernant la FC, le LA et la RPE, ce travail pourrait offrir un aperçu de la charge interne entre le combat debout et le combat au sol. Une identification plus précise de ces charges internes permettrait d'améliorer la qualité de l'entraînement à travers une planification des stimulus d'entraînement optimisée comme le préconisent Sedeaud et al. (2018) « La prescription dûment objectivée et rationalisée des charges d'entraînement, notamment les plus élevées, est un outil crucial afin d'améliorer la condition physique des joueurs, qui à son tour les protégera contre les blessures » (p. 30). Approfondir la compréhension des variations de la charge interne pendant les phases de combat debout et au sol en Judo et JJB permettrait d'une part d'optimiser l'amélioration des performances physiques et l'amélioration des compétences techniques spécifiques. D'autre part, une meilleure appréhension de la charge interne d'entraînement

contribuerait à minimiser les risques de blessures et de surentraînement. Finalement, une connaissance des variations de la charge interne lors de dynamiques et règles de combat différentes offrirait une source d'inspiration aux entraîneurs pour modifier et ajuster la charge externe en appliquant des modalités d'entraînement différentes.

1.2 Objectifs et questions de recherche

Afin d'optimiser la planification et par conséquent d'augmenter la qualité de l'entraînement en Judo et/ou JJB, l'objectif de ce travail consiste à identifier les différences de la charge interne lors de combats d'entraînement debout et au sol chez les pratiquants de Judo et JJB. Dans cette étude, la charge interne sera prélevée et analysée lors d'une charge externe aussi égale que possible à travers trois variables : La FC moyenne, le taux de LA ainsi que la RPE lors de combats d'entraînement. Sur cette base, les questions suivantes en ont découlé.

Lors d'une séance de combats d'entraînement debout et au sol :

- a) Quelle est la FC moyenne atteinte, exprimée en pourcent de la FC maximale ?
- b) Quel est le taux de LA moyen atteint, exprimé en pourcent du LA maximal ?
- c) Quelle est la RPE moyenne atteinte, exprimée sur l'échelle de Borg ?
- d) Y-a-t-il des divergences de FC, LA et RPE entre les groupes Judo et JJB ?
- e) Quelles conclusions peut-on tirer des résultats obtenus pour la planification d'entraînement de Judo et JJB ?

Les hypothèses suivantes ont été établies d'une part sur la base des caractéristiques du combat debout et du combat au sol en Judo et JJB décrites dans l'introduction et d'autre part sur les résultats d'autres études ayant été publiées (cf. Tableau 2) :

- a) Les FC atteintes – exprimées en pourcent de la FC maximale – lors de combats debout sont plus élevées que celles atteintes lors de combats au sol.
- b) Les LA atteints – exprimés en pourcent du LA maximal – lors de combats debout sont moins élevés que ceux atteints lors de combats au sol.
- c) Les RPE relevées ne présentent pas de différences significatives entre les combats debout et les combats au sol.
- d) Les FC atteintes lors de combats au sol sont plus faibles chez le groupe Judo que JJB.
- e) Les LA atteints lors de combats debout et au sol sont plus élevés chez le groupe JJB que Judo.

2 Méthode

2.1 Description de l'échantillon

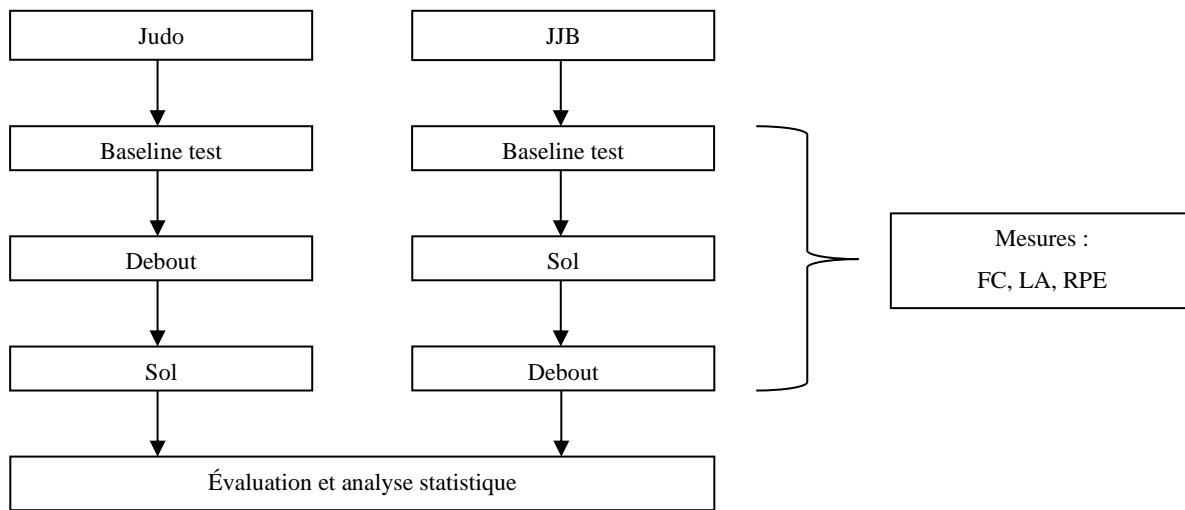
L'échantillon de participants à cette étude s'est constitué de 22 personnes (19 hommes, 3 femmes) dont 14 pratiquants de Judo et 8 pratiquants de JJB (âge = 24.3 ans \pm 6.7 ans, taille = 175.6 cm \pm 6.3 cm, poids = 74.8 kg \pm 9.6 kg). Les critères de participation étaient d'être en possession d'un bagage technique minimum du niveau de ceinture bleue en Judo ou JJB, d'avoir un volume d'entraînement hebdomadaire minimum de 2 séances ainsi que de n'avoir aucun recours à des substances interdites à la pratique sportive. Les combattants étaient en bonne santé durant l'intégralité de l'étude. Ces derniers ont participé sur une base volontaire en étant préalablement informés de l'objectif et des conditions de l'étude. Après la validation de l'étude du comité d'examen interne de la Haute école fédérale de sport de Macolin (HEFSM), les athlètes ou leur représentant légal ont signé une déclaration de consentement qui se référait à toutes les procédures de tests et du traitement des données (Annexe 1).

2.2 Design de l'étude

Lors de cette étude, trois variables de la charge interne ont été prélevées (FC, LA, RPE) lors de trois modalités : un test d'effort par paliers avec mesure de la lactatémie, dit Baseline test (BT), un entraînement de Randori Tachi-waza (debout) et un entraînement de Randori Ne-waza (sol) tous deux standardisés. Les modalités debout et sol ont été effectuées séparément entre les pratiquants de Judo et JJB, au sein de différents clubs régionaux lors d'entraînements réguliers. Comme le préconise Hegner (2008), un écart de 48 heures entre les trois modalités a été respecté afin d'assurer une régénération des combattants pour éviter toutes interférences liées à la fatigue. Par conséquent, aucune randomisation des modalités entre les groupes n'a été jugée nécessaire. La dernière étape de l'étude s'est constituée d'une analyse statistique des données pour comparer les différences des trois variables (FC, LA, RPE) lors des deux modalités (debout, sol) entre les deux groupes (Judo, JJB) (Figure 1).

Figure 1

Représentation personnelle : schéma du déroulement de l'étude.



2.3 Instruments

La FC, exprimée en battements par minute (bpm), a été prélevée à l'aide de ceintures thoraciques équipées d'un cardiofréquencemètre Garmin® Forerunner 35. Le LA, exprimé en mmol/L, a été déterminé par des prélèvements sanguins au niveau du lobe de l'oreille droite à l'aide du dispositif Lactate Scout 4. La procédure de mesure du LA s'est déroulée de la manière suivante : stérilisation de la peau pour éviter une interférence possible causée par une contamination de l'échantillon par la transpiration, piqure effectuée avec une lancette pour prélèvement sanguin, extraction de la première goutte de sang suivi du prélèvement de l'échantillon sur la languette du dispositif Lactate Scout 4 (Annexe 2). L'échelle de Borg a été utilisée pour mesurer la RPE des participants. Cette dernière se cote de 6 à 20, allant d'une perception de l'intensité de l'effort définie par « Aucun effort » à « Exténuant » d'après le tableau de Mobilesport (mobilesport.ch, 2011) (Annexe 3). Les données ont été traitées et analysées par les logiciels informatiques Microsoft Excel (version 2312), Jamovi (version 2.3.21.0) et JASP (version 0.18.3.0).

2.4 Récolte de données

2.4.1 Baseline test (BT)

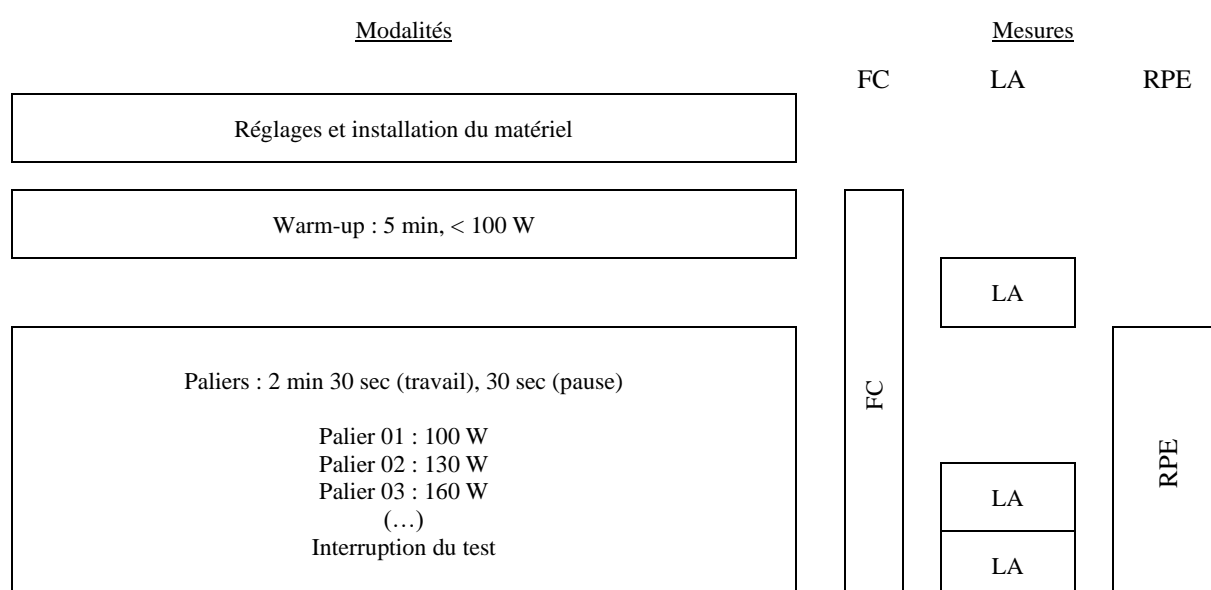
Le test d'effort par paliers avec mesure de la lactatémie (Figure 2) a été effectué dans le but d'identifier une valeur de référence maximale individuelle de chaque combattant pour la FC et le LA. Ces valeurs références ont permis par la suite d'exprimer les moyennes relatives en

pourcent des valeurs maximales individuelles. Le BT s'est effectué sur un ergomètre de type rameur de la marque Concept2. L'ergomètre a été paramétré avec un Drag factor entre 135 et 140. Préalablement au test, un échauffement de 5 minutes à faible intensité a été effectué par les participants. Les participants ont reçu comme instruction de franchir un maximum de paliers en maintenant les intensités définies en Watts (W). Sur la base des recommandations tirées du Manuel de diagnostic de performance publié par Swiss Olympic de Maier et al. (2016), la durée des paliers était de 2 minutes 30 secondes, avec une pause de 30 secondes. Le premier palier était effectué à une intensité de 100 W avec une incrémentation de 30 W supplémentaires par paliers. L'interruption du test a été caractérisée par l'arrêt volontaire du participant ou lors d'un décrochage net de la puissance définie du palier en question. Un décrochage net a été décrété lorsque le participant produit une puissance inférieure à la puissance définie du palier à cinq reprises consécutives.

La FC a été relevée du début de l'échauffement jusqu'à l'interruption du BT. Trois mesures du LA ont été effectuées, la première au terme de l'échauffement, la deuxième immédiatement après l'interruption du test par le participant et la troisième deux minutes post-interruption. La RPE a été prélevée au terme de chaque palier franchi ainsi que cinq minutes post-interruption.

Figure 2

Représentation personnelle : Protocole et structure du BT.



2.4.2 Entraînements de Randori standardisés (debout, sol)

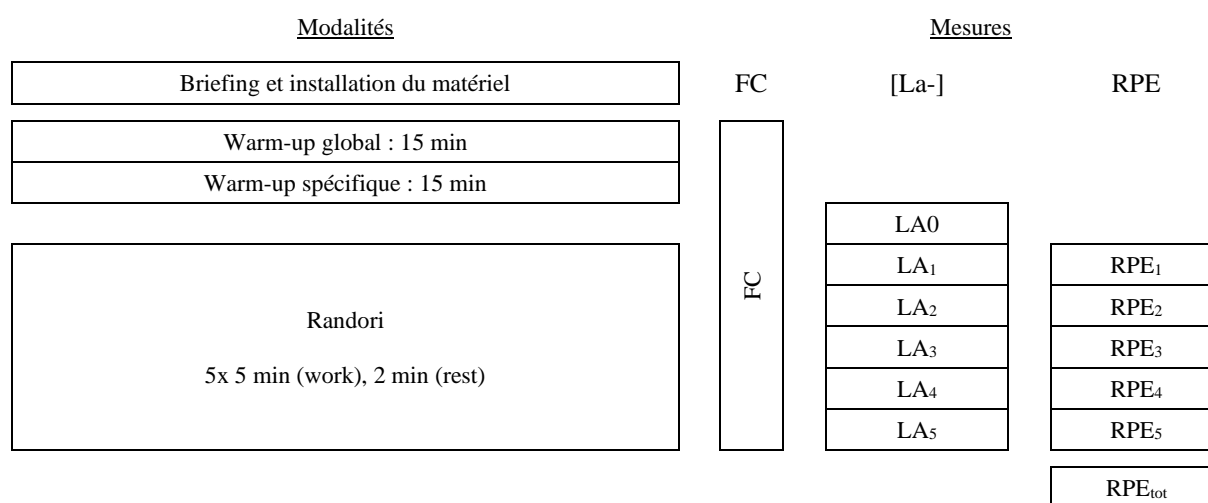
La structure de base des entraînements standardisés debout et au sol était identique et reflétait une pratique commune des entraînements de Judo et de JJB (Figure 3). Les entraînements ont débuté avec un échauffement global des articulations de 15 minutes et un échauffement spécifique à la discipline de 15 minutes sous forme de drills techniques avec un partenaire.

Au terme de l'échauffement, cinq Randoris de cinq minutes, séparés par deux minutes de pause, ont été effectués par les combattants. Ces derniers ont été libres de choisir leurs partenaires pour les Randoris. Toutefois, les instructions suivantes leur ont été communiquées : Effectuer les combats avec un engagement maximal similaire aux conditions de compétition, choisir des partenaires de poids et niveaux de performance au plus proche de ces conditions ainsi que veiller à garder les mêmes partenaires et maintenir le même ordre de passage pour la seconde modalité de test. L'ordre de passage des partenaires de combat a été répertorié pour assurer le respect des conditions du protocole de l'étude.

Les ceintures de fréquence cardiaque ont été opérationnelles dès le début de l'échauffement et ceci sans interruption jusqu'au terme des Randoris. En ce qui concerne le LA, les prélèvements sanguins ont été prélevés après l'échauffement spécifique et immédiatement après chaque combat. La RPE a été relevée auprès des participants immédiatement après chaque combat ainsi que 30 minutes après la fin de la séance afin de recueillir une valeur globale de l'entraînement.

Figure 3

Représentation personnelle : Protocole et structure des entraînements standardisés.



Note. À gauche, la structure de base des entraînements standardisés debout et au sol. À droite, le protocole de récolte des données de la FC, du LA et de la RPE.

2.5 Évaluation et analyse statistique des données

Parmi les 220 combats mesurés, 20 combats ont été exclus pour l'analyse de la FC et 18 combats pour le LA et la RPE. Parmi les raisons d'exclusion, une comparaison de la FC a été exclue en raison d'une défaillance technique du cardiofréquencemètre survenue lors d'un combat tandis que 18 combats ont été exclus en raison de l'absence du partenaire de la première modalité (debout ou sol) ayant été remplacé par un adversaire similaire lors de la seconde modalité rendant la comparaison directe de la FC, du LA et de la RPE impossible.

Les analyses statistiques des données ont été calculées à l'aide du logiciel Jamovi tandis que les graphiques ont été générés à l'aide des logiciels JASP et Jamovi. Les valeurs maximales individuelles de FC et LA mesurées lors des trois modalités (BT, debout et sol) ont été comparées afin de déterminer les valeurs de référence maximales absolues. À l'aide de ces valeurs absolues, les moyennes relatives ont pu être exprimées en pourcent de la valeur maximale individuelle. La FC moyenne d'un combat s'est calculée sur la base des données relevées par le cardiofréquencemètre pour chaque seconde du combat de 5 minutes, soit 300 secondes. Un nettoyage des données a été effectué afin d'exclure les valeurs manquantes et égales à 0. Une analyse descriptive des données récoltées a été effectuée pour calculer la moyenne, l'écart-type ainsi que le minimum et le maximum de toutes les variables de l'étude. Trois analyses de type ANOVA pour mesures répétées ont été effectuées pour comparer les moyennes des trois variables (FC, LA, RPE), lors des deux modalités (debout, sol), entre les deux groupes (Judo, JJB) sur cinq combats consécutifs. L'homogénéité des variances a systématiquement été testée à l'aide du test de Levene. Les tests post-hoc ont été effectués avec une correction de Bonferroni et un seuil de significativité a été fixé à $p < 0.05$ pour l'identification des différences significatives. Le d de Cohen a été calculé pour évaluer la magnitude des différences observées entre les groupes. Les valeurs de d de Cohen ont été interprétées en fonction de la taille de l'effet de la manière suivante : un d égal à 0.2 a été associé à un effet considéré comme faible, tandis qu'un d de 0.5 a indiqué un effet modéré, et un d de 0.8 ou plus a été associé à un effet considéré comme fort.

3 Résultats

3.1 Aperçu des résultats

Un aperçu global des résultats de la FC, du LA et de la RPE lors des combats debout et au sol avec les combattants de Judo et JJB est présenté dans le tableau ci-dessous (Tableau 3). Les comparaisons individuelles entre les combats debout et au sol ont été illustrées dans les graphiques ci-dessous afin d'offrir un résultat visuel des différences de FC (Figure 4), LA (Figure 5) et RPE (Figure 6) pour les combattants de Judo et JJB.

Tableau 3

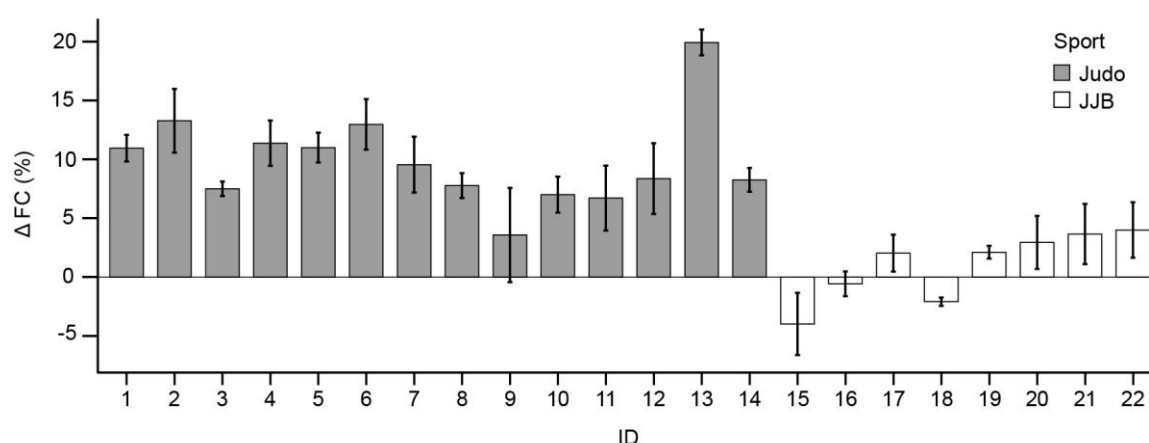
Aperçu des moyennes absolues et relatives de FC, LA et RPE

	FC (bpm)	% FC _{max}	LA (mmol/L)	% LA _{max}	RPE
Judo – debout	173	89	5.5	50	13.9
Judo – sol	154	79	5.1	48	13.6
JJB – debout	171	89	7.6	63	14.7
JJB – sol	169	88	10.0	82	15.2

Note. Bpm = battements par minute. % FC_{max} = FC relative exprimée en pourcent de la FC maximale individuelle. % LA_{max} = LA relatif exprimé en pourcent du LA maximal individuel. RPE d'après l'échelle de Borg allant de 6 à 20.

Figure 4

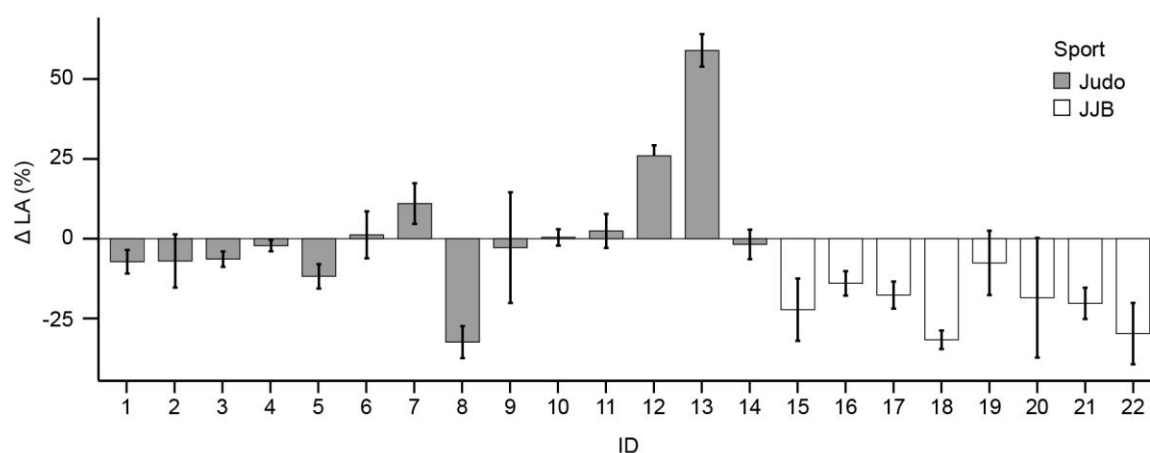
Différences individuelles de la FC entre les combats debout et au sol.



Note. Chaque colonne représente un combattant. Δ FC = Debout – Sol. Les colonnes orientées vers le haut illustrent une FC plus élevée lors des combats debout. Les colonnes orientées vers le bas illustrent une FC plus élevée lors des combats au sol.

Figure 5

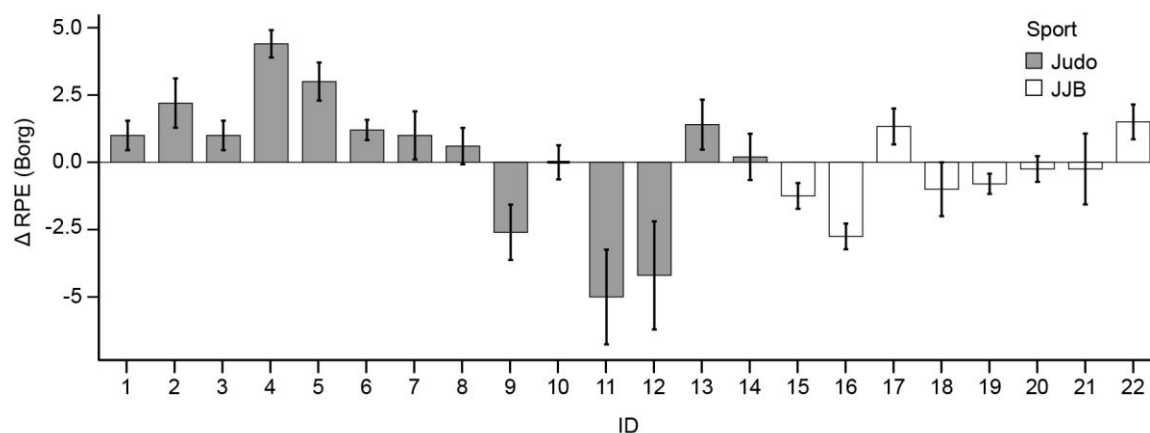
Différences individuelles du LA entre les combats debout et au sol.



Note. Chaque colonne représente un combattant. $\Delta LA = \text{Debout} - \text{Sol}$. Les colonnes orientées vers le haut illustrent un LA plus élevé lors des combats debout. Les colonnes orientées vers le bas illustrent un LA plus élevé lors des combats au sol.

Figure 6

Différences individuelles de la RPE entre les combats debout et au sol.



Note. Chaque colonne représente un combattant. $\Delta RPE = \text{Debout} - \text{Sol}$. Les colonnes orientées vers le haut illustrent une RPE plus élevée lors des combats debout. Les colonnes orientées vers le bas illustrent une RPE plus élevée lors des combats au sol.

3.2 Fréquence cardiaque

Les statistiques descriptives (Tableau 4) ont fait état de moyennes absolues et relatives plus élevées debout qu'au sol. Les valeurs les plus basses (Minimum) ont été mesurées au sol tandis que les valeurs les plus hautes (Maximum) ont été mesurées debout.

Tableau 4

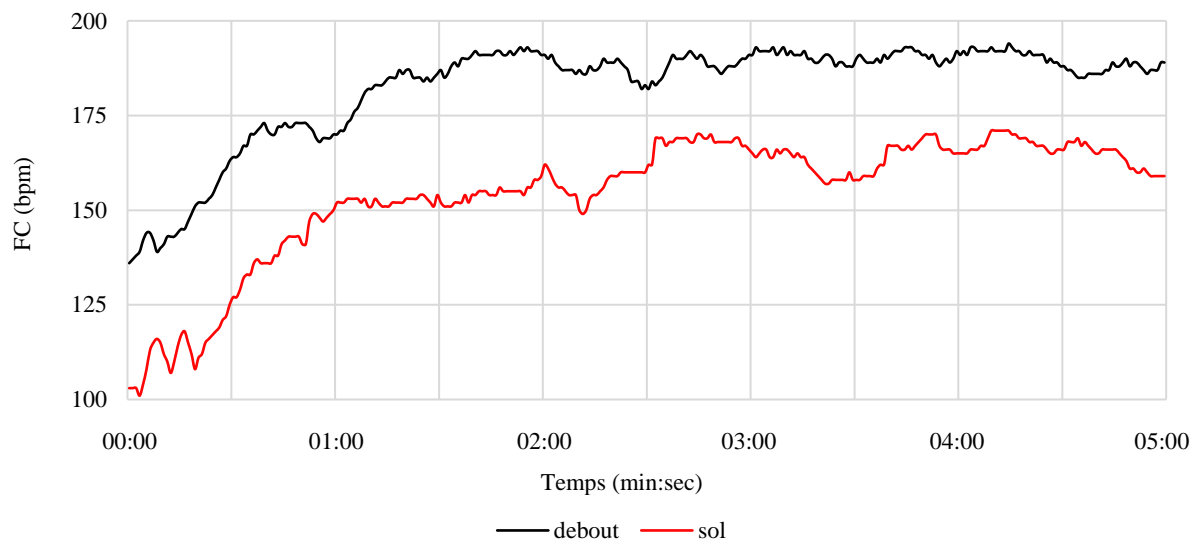
Statistiques descriptives de la FC lors des combats debout et au sol.

	Debout (bpm)	Sol (bpm)	% FC _{max} Debout	% FC _{max} Sol
Moyenne	173	159	89	82
Ecart-type	11	16	5	8
Minimum	138	115	73	59
Maximum	193	191	96	95

Note. Bpm = battements par minute. % FC_{max} = FC relative exprimée en pourcent de la FC maximale individuelle.

Figure 7

Comparaison directe de la FC individuelle debout et au sol avec le même adversaire.

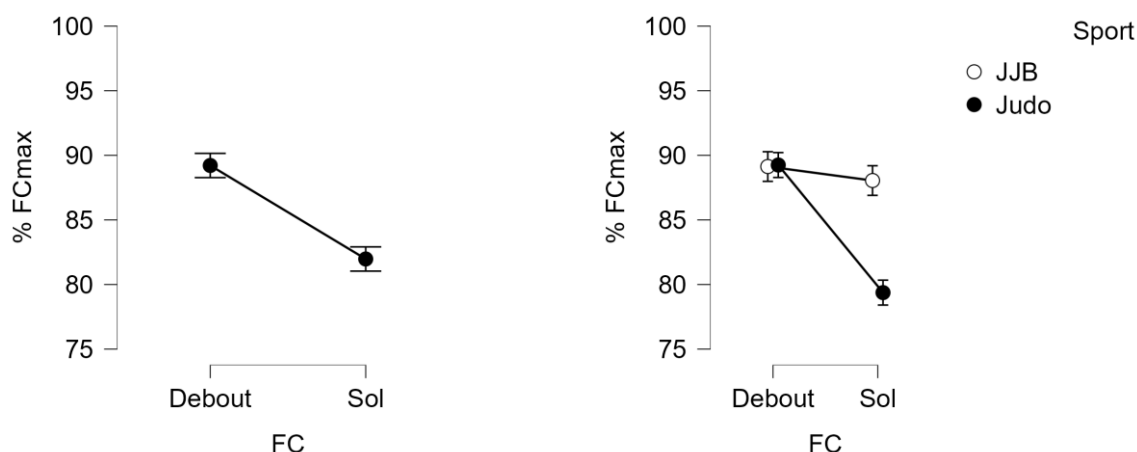


Note. Exemple d'une comparaison de variation de la FC d'un Judoka participant à l'étude entre un combat debout (92% de FC_{max}) et un combat au sol (78% de FC_{max}) de 5 minutes. Ce graphe donne un aperçu visuel de la différence de la charge interne mesurée entre les deux modalités (debout, sol) pour une charge externe similaire (durée, adversaire).

Les analyses statistiques ont démontré une différence significative ($p < .001$) avec un effet fort ($d = 0.96$) entre la FC moyenne relative des combats debout et au sol (Figure 8). Les tests post-hoc (Tableau 5) ont révélé des différences significatives avec des effets forts entre les groupes (Judo, JJB) et les modalités de mesure (debout, sol).

Figure 8

FC moyenne lors de combats debout et au sol.



Note. A gauche, les FC moyennes relatives sur l'ensemble des combats (debout, sol) exprimées en pourcent de la FC maximale individuelle (% FCmax). A droite, les FC moyennes relatives lors des combats debout et au sol entre les groupes Judo et JJB.

Tableau 5

*Tests post-hoc – FC et Sport * FC*

		Diff. Moyenne	ES	t	d de Cohen	p _{bonf}
Debout	Sol	5.50	0.59	9.36	0.96	< .001***
JJB, Debout	Judo, Debout	-0.14	1.26	-0.11	-0.02	1.000
	JJB, Sol	1.13	0.99	1.14	0.20	1.000
	Judo, Sol	9.74	1.26	7.73	1.69	< .001***
Judo, Debout	JJB, Sol	1.26	1.26	1.00	0.22	1.000
	Judo, Sol	9.88	0.64	15.40	1.72	< .001***
JJB, Sol	Judo, Sol	8.61	1.26	6.84	1.50	< .001***

Note. *** $p < .001$. ES = Erreur standard.

3.3 Lactate sanguin

Les statistiques descriptives (Tableau 6) ont présenté des moyennes absolues et relatives plus élevées au sol que debout. Les valeurs les plus basses (Minimum) ont été mesurées debout tandis que les valeurs relatives les plus hautes (Maximum) ont été mesurées debout et au sol. Les analyses statistiques ont démontré une différence significative ($p < .001$) et un effet faible ($d = 0.4$) entre le LA moyen relatif des combats debout et au sol (Figure 9). Les tests post-hoc (Tableau 7) ont révélé des différences significatives et des effets modérés à forts entre les groupes (Judo, JJB) et les modalités de mesure (debout, sol).

Tableau 6

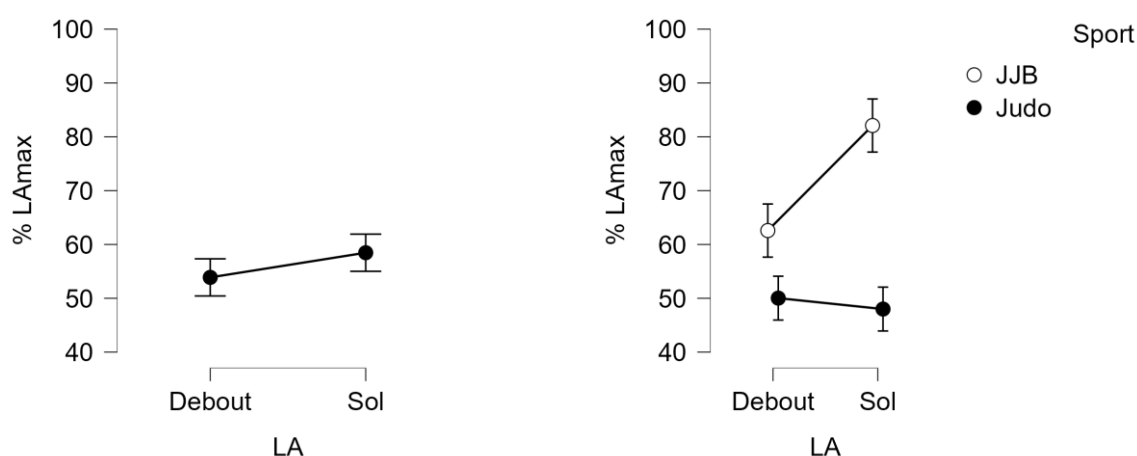
Statistiques descriptives du LA lors des combats debout et au sol.

	Debout (mmol/L)	Sol (mmol/L)	% LA _{max} Debout	% LA _{max} Sol
Moyenne	6.1	6.6	54	59
Ecart-type	3.1	3.6	22	25
Minimum	1.2	1.5	11	14
Maximum	13.1	16.9	100	100

Note. % LA_{max} = LA relatif exprimé en pourcent du LA maximal individuel.

Figure 9

LA moyen lors de combats debout et au sol.



Note. A gauche, les LA moyens relatifs sur l'ensemble des combats (debout, sol) exprimés en pourcent du LA maximal individuel (% LA_{max}). A droite, les LA moyens relatifs lors de combats debout et au sol entre les groupes Judo et JJB.

Tableau 7*Tests post-hoc – LA et Sport * LA*

		Diff. Moyenne	ES	t	d de Cohen	p _{bonf}
Debout	Sol	-8.28	2.50	-3.32	-0.40	0.001**
JJB, Debout	Judo, Debout	13.22	4.49	2.94	0.64	0.022*
	JJB, Sol	-18.59	4.17	-4.46	-0.90	< .001***
	Judo, Sol	15.25	4.49	3.40	0.74	0.005**
Judo, Debout	JJB, Sol	-31.81	4.49	-7.08	-1.54	< .001***
	Judo, Sol	2.03	2.75	0.74	0.10	1.000
JJB, Sol	Judo, Sol	33.84	4.49	7.53	1.63	< .001***

Note. * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$. ES = Erreur standard.

3.4 Perception de l'effort

Les statistiques descriptives (Tableau 8) ont révélé des moyennes de la RPE similaires entre les combats debout et au sol. De plus, une tendance à l'augmentation de la RPE entre les combats 1 à 5 a été observée (Figure 10). Les analyses statistiques n'ont révélé aucune différence significative entre les combats debout et les combats au sol.

Les analyses entre les combats 1 – 5 ont dévoilé des différences significatives avec des effets forts pour la modalité debout entre les combats : 1 et 4 ($p < 0.05$, $d = -1.26$), 1 et 5 ($p < .001$, $d = -1.37$). Des différences significatives avec des effets forts pour la modalité sol ont été identifiées entre les combats : 1 et 3 ($p < 0.05$, $d = -1.31$), 1 et 4 ($p < .001$, $d = -1.55$), 1 et 5 ($p < .001$, $d = -1.97$), 2 et 5 ($p < 0.05$, $d = -1.22$).

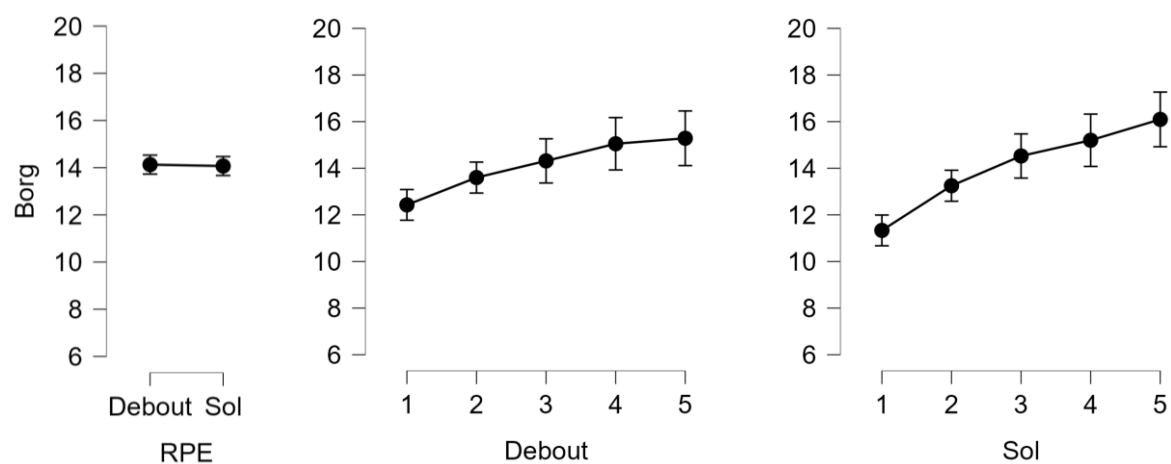
Tableau 8*Statistiques descriptives de la RPE lors des combats debout et au sol.*

	Debout (Borg)	Sol (Borg)
Moyenne	14.13	14.07
Ecart-type	2.99	2.82
Minimum	7	8
Maximum	19	20

Note. Borg (6 – 20). Les valeurs minimales (debout = 7, sol = 8) témoignent d'un effort fourni insuffisant ou d'une mauvaise interprétation de l'échelle de Borg.

Figure 10

RPE moyenne lors des combats (debout, sol) et des combats 1 à 5 entre les deux modalités.



Note. A gauche, la RPE moyenne entre les combats debout et les combats au sol. Au milieu, la RPE moyenne entre les combats 1 à 5 debout et à droite entre les combats 1 à 5 au sol.

4 Discussion

Plusieurs études ont été menées afin d'en apprendre plus sur les demandes physiques et physiologiques lors de combats de Judo et de JJB. En revanche, aucune étude se penchant spécifiquement sur les différences entre le combat debout et le combat au sol sur les mêmes individus n'a été trouvée. La présente étude avait pour but d'observer les différences de la charge interne lors de combats d'entraînement debout et au sol avec des combattants de Judo et JJB. En identifiant les différences sur les paramètres de FC, LA et RPE, cette étude pourrait inspirer la mise en application du combat debout et au sol lors de la planification d'entraînement dans le but d'améliorer la condition physique et les compétences techniques spécifiques des combattants.

4.1 Interprétation globale des résultats de FC, LA et RPE

4.1.1 Différences posturales

En ce qui concerne la FC, cette étude a révélé une FC relative significativement plus élevée lors des combats debout (debout = 89%, sol = 82%, $p < .001$), confirmant ainsi l'hypothèse de base a) de l'étude. Les premiers éléments qui expliqueraient cette différence significative sont les postures dans lesquelles les combattants se retrouvent lors de ces deux modalités distinctes. Le combat debout est, comme son nom l'indique, pratiqué par les combattants en posture debout (Jigo-tai) dans son intégralité alors que le combat au sol est majoritairement pratiqué en semi-posture avec un genou à terre (base de combat), agenouillé avec deux genoux à terre (Seiza), en position de quadrupédie avec genoux et coudes au sol (position de la tortue), assis (garde papillon) voir même en posture allongée sur le flanc (demi-garde), le dos (garde fermée) ou le ventre. Ces différences posturales pourraient expliquer la différence de FC en raison d'une masse musculaire active plus importante, comme le suggèrent Yoshida et Higuchi (2002), entre la modalité de combat debout et au sol.

4.1.2 Mouvements et contractions musculaires

Les deux modalités de combat se caractérisent par des efforts intermittents de haute intensité sollicitant le métabolisme aérobie ainsi qu'anaérobie. En revanche, la majorité des mouvements utilisés et le type de contraction musculaire prédominant diffèrent entre le combat debout et le combat au sol. Lors de combats debout, les projections nécessitent un déséquilibre préalable de l'adversaire, obligeant les combattants à se déplacer dans l'espace avant d'enclencher une attaque avec rapidité, force et explosivité comme le souligne plusieurs auteurs (Campos et al.,

2022 ; Franchini et al., 2013 ; Serrano-Huet et al., 2016 ; Stachoń et al., 2015 ; Villar et al., 2018). La force endurance isométrique lors de combats debout est quasiment exclusive à la saisie de l'adversaire avant d'engager une tentative de projection. À l'inverse, une force endurance avec un type de contraction isométrique semble être prépondérante lors des combats au sol car elle permet non seulement de stabiliser les positions stratégiques dominantes et les immobilisations mais également l'application des techniques de soumission. Les différences que présentent les mouvements utilisés et les types de contractions musculaires qui les composent pourraient expliquer les différences de la charge interne sur les paramètres physiologiques de la FC et du LA. L'exécution de mouvements dynamiques, composés de contractions excentriques et concentriques, visant à déplacer et déséquilibrer en continu l'adversaire pour finalement le projeter solliciterait d'avantage le système cardio-vasculaire et par conséquent expliquerait la FC plus élevée lors des combats debout plutôt qu'au sol (debout = 89%, sol = 82%). Inversement, si l'on se réfère à l'étude de Gentil et al. (2006), le combat au sol étant plus axé sur le contrôle et la stabilisation de positions, il se compose en majorité de contractions musculaires isométriques et pourrait de ce fait expliquer les taux de LA plus importants que debout (debout = 54%, sol = 59%) qui ont confirmé l'hypothèse de base b) de l'étude.

La présente étude s'est occupée d'observer et de comparer les variables physiologiques sans se préoccuper de la physionomie de chacun des combats. Les arguments qui en découlent doivent donc rester de l'ordre de la spéculation. Une analyse détaillée sur les mouvements spécifiques effectués et les actions entreprises par les combattants pourrait faire l'objet de futures recherches dans le domaine. Les techniques utilisées et leur fréquence, les phases d'attaque et de défense, les points marqués et les positions atteintes pourraient être analysées pour décortiquer la physionomie et l'approche distincte entre le combat debout et le combat au sol. Une telle analyse permettrait de répertorier et quantifier les mouvements et techniques spécifiques, la masse musculaire engagée et les types de contractions utilisées pour apporter une explication objective sur la différence de la charge interne entre les combats debout et les combats au sol.

4.1.3 Groupes musculaires engagés

Les muscles des jambes, des bras et de l'abdomen sont sollicités lors des combats debout et au sol. Cependant, la sollicitation des jambes semble être prépondérante dans le combat debout pour projeter son adversaire tandis que les bras semblent prédominer dans le combat au sol pour maintenir le contrôle sur son adversaire en limitant sa capacité de mouvement (Serrano-Huet et al., 2016 ; Stachoń et al., 2015). La FC plus élevée des combats debout pourrait être expliquée par la sollicitation prédominante des jambes par rapport aux bras d'après les observations de

Kitamura et al. (1981). Sur la base de ces observations, le combat debout mettrait à contribution une masse musculaire active plus importante qu'au sol influençant également les taux de LA comme le mentionnent van Hall et al. (2003). En effet, les taux de LA plus élevés lors des combats au sol seraient la conséquence d'une capacité d'oxydation du LA moins grande en raison de la quantité de masse musculaire active engagée plus faible que lors des combats debout.

4.1.4 Perception de l'effort

Les résultats obtenus quant à la RPE confirment l'hypothèse de base c) de l'étude qui stipulait qu'aucune différence ne serait observée entre les modalités de combat debout et sol. Lors de cette étude, en atteignant une moyenne de 14 sur 20 sur l'échelle de Borg, ces résultats s'approchent des observations d'autres études ayant mesuré des combats d'entraînement de Judo et JJB (Franchini et al., 2013 ; Øvretveit, 2018 ; Serrano-Huet et al., 2016 ; Villar et al. 2018). La RPE moyenne relevée dans cette étude a atteint une intensité relative de 75% d'un effort maximum qui peut être perçu et qualifié comme un effort allant de « moyennement difficile » à un effort « difficile » d'après le tableau de Mobilesport (mobilesport.ch, 2011). Plusieurs auteurs font mention de la RPE comme une mesure fiable et un outil approprié pour mesurer la charge interne lors de combats d'entraînement (Bonitch et al., 2005 ; Branco et al., 2013 ; Bromley et al., 2018 ; Serrano-Huet et al., 2016). Toutefois, comme le mentionnent Bueno Souza et al. (2022), il est important de prendre en considération les facteurs d'influence liés au contexte de la prise de mesure et extrinsèques à l'activité physique elle-même. En effet, le choix des adversaires et la motivation des participants à l'étude peut grandement influencer l'engagement des combattants et l'intensité des combats et par conséquent influencer la RPE.

4.2 Interprétation des différences entre les groupes Judo et JJB

4.2.1 Impacts des règlements sur la dynamique et l'approche stratégique des combats

Lors de l'analyse de l'activité entre les deux disciplines sportives, les mouvements ainsi que les techniques utilisées sont similaires voir identiques. Les règles de compétition distinctes (cf. Tableau 1) semblent principalement être à l'origine des divergences de dynamique de combat et influencent non seulement la durée et l'intensité des combats mais également les approches stratégiques et tactiques ainsi que les spécialisations des combattants dans le combat debout et au sol. Les règles de compétition de Judo sont plus contraignantes et proscrivent certaines techniques autorisées en JJB réduisant de ce fait certaines libertés d'action.

Les valorisations définitives de la projection et de l'immobilisation en Judo, peuvent expliquer une physionomie de combat plus courte et donc plus intense qu'en JJB où seule une soumission octroie une victoire directe, comme le mentionne Andreato et al. (2016). Lors de séquences de combat au sol, la valorisation de certaines positions dominantes ainsi que des transitions n'est aucunement considérée en Judo alors qu'elle constitue la base du système de points du JJB. Par conséquent, ces différences de valorisation ont pour effet d'influencer les enjeux entre les séquences de combat debout et de combat au sol.

4.2.2 Différences de la FC

Les contraintes et les libertés, la valorisation des actions, la dynamique du combat, la spécialisation ainsi que les approches stratégiques et tactiques distinctes découlant de règlements différents mentionnés ci-dessus pourraient expliquer la différence significative et la taille de l'effet relativement forte ($p < .001$, $d = 1.50$) de la FC entre les combattants de Judo (79%) et JJB (88%) lors des combats au sol (cf. Figure 8). Cette différence, qui a pu confirmer l'hypothèse de base d) de l'étude, peut être induite par l'approche plus dynamique et versatile du combat au sol en JJB où les positions dominantes et les transitions sont décisives à l'issue du combat. Inversement, le combat au sol en Judo semble être pratiqué avec une approche plus fermée, statique et polarisée entre les phases d'attaque et de défense. Les judokas semblent aborder les séquences de combat au sol soit en tant qu'attaquant avec comme objectif d'exploiter une faille chez leur adversaire, soit en tant que défenseur en bloquant la situation sans pour autant tenter d'inverser la tendance et d'obtenir une position dominante. En d'autres termes, l'issue d'un combat au sol en JJB est incertaine jusqu'à la soumission et les deux combattants peuvent encore l'emporter indépendamment des actions précédentes tandis qu'en Judo, le combat au sol est abordé avec une approche offensive opportuniste face à une approche défensive de survie où les rôles semblent être prédéterminés en fonction de la situation de départ.

Aucune différence significative de la FC relative n'a été observée entre les groupes Judo et JJB lors des combats debout en atteignant chacun 89%. Une explication à cette observation est que contrairement au combat au sol, le combat debout est de nature plus dynamique et ouverte indépendamment de la volonté et de l'approche stratégique des combattants. L'absence de possibilité de figer le combat debout n'offre aucune situation pour pouvoir se reposer ce qui pourrait expliquer une FC similaire entre les groupes Judo et JJB malgré leurs différences d'expertise et de compétences techniques dans le combat debout. De plus, les règles moins contraignantes en JJB offrant plus de libertés d'amener son adversaire au sol (cf. Tableau 1) permettent de garantir

une dynamique de combat ouverte malgré une expertise et des compétences techniques potentiellement moins développées.

4.2.3 Différences du LA

Concernant les différences du LA relatif entre les deux groupes, les combattants de JJB ont présenté des taux plus élevés que les judokas autant lors des combats debout qu'au sol (Judo debout = 50%, Judo sol = 48%, JJB debout = 63%, JJB sol = 82%) confirmant ainsi l'hypothèse de base e) de l'étude. Lors des combats debout, une position défensive et fermée avec une posture recourbée, un engagement musculaire isométrique important des bras pour bloquer les actions de l'adversaire et défendre les saisies de jambes pourrait expliquer un taux de LA plus élevé chez les combattants de JJB. N'ayant pas à défendre les saisies de jambes, les judokas semblent quant à eux avoir une posture de combat debout plus redressée leur permettant d'accroître leur mobilité et leurs déplacements. Cette posture redressée semble plus propice à développer une efficacité et économie de mouvement basée sur le principe d'action-réaction mettant en action autant les membres inférieurs que supérieurs. On pourrait donc en déduire que les judokas auraient une masse musculaire active engagée plus importante que les combattants de JJB lors de combats debout. Cette masse musculaire engagée plus importante expliquerait la différence du taux de LA plus faible chez les judokas en raison de la capacité d'oxydation du LA par les muscles squelettiques actifs comme le stipulent van Hall et al. (2003).

Une différence des taux de LA encore plus marquée lors des combats au sol a été observée entre les combattants de Judo et JJB. Les combattants de JJB ont présenté des taux de LA au sol en moyenne supérieur de 19% à debout, alors que les judokas ont même présenté des taux au sol en moyenne inférieurs de 2% par rapport à debout. La dynamique et la versatilité de l'approche du combat au sol en JJB semble d'une part solliciter davantage le système cardio-vasculaire, mais elle valorise également considérablement la progression et l'avantage positionnel du combattant en octroyant des points contrairement aux règles du Judo. Un enjeu important réside alors dans chaque progressions ou transitions positionnelles établies par les combattants de JJB et sollicite par conséquent un engagement musculaire isométrique important visant à réduire la capacité de mouvement de l'adversaire comme le souligne Stachon et al. (2015). Les niveaux plus élevés de LA observés lors des combats au sol chez les pratiquants de JJB par rapport aux judokas pourraient s'expliquer non seulement par la prévalence accrue de contractions musculaires isométriques, en référence aux conclusions de Gentil et al. (2006), mais encore par une approche du combat plutôt guidée par l'opportunité en Judo, contrairement à une approche basée sur la progression en JJB.

4.2.4 Différences de la RPE

Les résultats de l'étude concernant la RPE n'ont démontré aucune différence entre les groupes Judo et JJB ce qui indiquerait que malgré les dynamiques et approches différentes du combat debout et au sol, les combattants ont évalué les efforts fournis lors des combats debout et au sol comme équivalents. En revanche, contrairement aux variables de FC et LA qui n'ont présenté aucune différence significative entre les combats 1 à 5, l'augmentation progressive et la différence significative de la RPE (cf. Figure 10) semble indiquer que le temps de récupération, autant lors des combats debout qu'au sol, n'est pas suffisant pour récupérer indépendamment du groupe (Judo, JJB).

4.3 Limitations et faiblesses de l'étude

Les résultats de cette étude se limitent à une observation de la variation des paramètres de FC, LA et RPE caractérisant la charge interne des combats debout et au sol. Toutes les explications concernant les variations observées restent de l'ordre de la spéculation. La situation et le contexte dans lesquels les combattants ont été mesurés ne reflètent pas les conditions de compétition. Parmi ces conditions, les catégories de poids ainsi que l'âge des combattants n'ont pas pu être pris en compte pour des raisons d'organisation liées au design de l'étude. À l'avenir, une future étude pourrait mieux tenir compte d'une répartition des combattants par catégories de poids, ce qui permettrait de se rapprocher d'une situation de compétition. Il est donc important de différencier la charge interne résultant d'un combat d'entraînement et celle résultant d'un combat de compétition. Par conséquent, le design de la présente étude donne un aperçu fidèle de la charge interne lors d'un entraînement régulier et confirme ainsi les observations de Bueno Souza et al. (2022) quant à la différence entre les combats de Randori et les combats de compétition.

L'échantillon relativement restreint composé de 22 participants dont 14 judokas et 8 pratiquants de JJB ne permet pas d'offrir une vision globale de la différence de la charge interne entre les combats debout et au sol. L'hétérogénéité de l'échantillon par rapport au poids de corps et à l'âge des combattants pourrait être réduite en appliquant des critères de participation plus exclusifs. Parmi les combattants participant à l'étude, seules trois athlètes féminines ont été mesurées, raison pour laquelle aucune différence entre les sexes n'a été analysée. Une part plus importante d'athlètes féminines aurait pu être intéressante et pourrait faire l'objet d'une future étude.

Le choix et protocole du BT visant à relever les valeurs maximales de la FC et du LA semble d'une part avoir été un choix adéquat en raison de la masse musculaire mise à contribution car

cette dernière est similaire à celle sollicitée lors de combat debout et au sol (jambes, bras et abdomen). En revanche, la spécificité et l'aspect technique du mouvement effectué sur un rameur en combinaison avec un manque de coordination du participant pourrait être un facteur limitant externe aux capacités physiques ayant pour conséquence des valeurs de FC et LA maximales erronées. L'utilisation d'un ergomètre de type « Assault-bike » a été envisagée pour pallier à cette problématique mais n'a pas pu être mise en œuvre dans le cadre de ce projet en raison de la non-disponibilité du laboratoire et de son matériel. Une autre alternative à l'aide d'un test d'effort spécifique à la discipline sportive en utilisant le Special Judo Fitness Test (SJFT) de Drid et al. (2012), comme l'ont fait Bueno Souza et al. (2022) a été considérée mais n'a également pas été réalisable en raison de contraintes organisationnelles.

Le manque d'explications quant à l'évaluation de la RPE à l'aide de l'échelle de Borg représente une faiblesse de l'étude. L'évaluation de l'effort personnel semble avoir fait l'objet d'une mauvaise interprétation par certains combattants (cf. Tableau 8). Cette mauvaise interprétation peut être la conséquence de plusieurs facteurs pouvant amener le combattant à surévaluer ou sous-évaluer son effort. Parmi les facteurs d'influence, l'amalgame entre la performance (victoire et défaite) et la perception de l'effort ainsi que l'interaction entre le contexte de mesure et l'ego des combattants peuvent être mentionnés. Dans une future étude, un briefing plus formel et protocolé des participants permettrait de réduire les mauvaises interprétations et ainsi refléter une RPE plus fiable et précise lors de combats d'entraînement. L'agenda de compétition des participants est un autre aspect auquel de futures études devraient porter une attention particulière afin d'éviter une altération des variables mesurées. Lors de cette étude, certains combattants étaient en perte de poids rapide en vue d'une compétition et cette condition aurait bien pu avoir pesé dans l'évaluation de la RPE lors des combats mesurés comme le mentionnent les études de Filaire et al. (2001).

4.4 Recommandations pour la planification d'entraînement de Judo et JJB

Le but et les objectifs de cette étude étaient d'observer et d'identifier les différences de la charge interne sur les variables physiologiques de FC, LA et RPE lors de combats d'entraînement debout et au sol dans l'optique d'optimiser le stimulus d'entraînement pour une amélioration de la performance des combattants. Les résultats de l'étude permettent à présent de formuler des recommandations pour la planification d'entraînement de Judo et JJB comme évoqué dans la question de recherche e) qui explorait les enseignements pouvant être tirés des résultats obtenus. En observant des combattants provenant des deux disciplines, cette étude crée un pont entre les approches et dynamiques de combat distinctes pouvant être une source d'inspiration autant pour

les uns que pour les autres lors de la planification d'entraînement. Comme le montre clairement les résultats de cette étude, bien qu'ayant les mêmes origines, les différences et spécificités entre les disciplines Judo et JJB présentent des techniques et dynamiques de combat qui impliquent des demandes physiques et fonctionnelles distinctes. Par conséquent, ces dernières devraient faire l'objet d'analyses séparées comme le suggèrent Stachoń et al. (2015).

Le Judo et le JJB sont des sports basés sur les compétences techniques et l'entraînement spécifique devrait donc représenter la majeure partie du volume d'entraînement des combattants (Øvretveit, 2018). Les résultats de la présente étude sur les variables physiologiques de FC, LA et RPE ont démontré et confirmé les conclusions de Serrano-Huet et al. (2016) que le Randori est une forme d'entraînement de haute intensité. Un grand volume d'entraînement de Randori peut donc favoriser non-seulement les capacités techniques mais également les capacités de condition physique spécifiques. Øvretveit (2018) souligne cependant l'effet limité des améliorations des capacités cardio-vasculaires à travers le Randori et préconise d'autres alternatives pour les entraîneurs ayant comme objectif principal d'améliorer les capacités physiques de leurs combattants.

Sur la base des résultats obtenus, cette étude recommande aux préparateurs physiques et aux entraîneurs de Judo et JJB de privilégier le combat debout, sous la forme de Randori de courte durée (< 4 minutes), avec des modalités et règles similaires au Judo de compétition pour aménager une charge externe orientée sur l'amélioration des capacités cardio-vasculaires ainsi que l'amélioration de l'explosivité et la puissance musculaire spécifique lors des attaques des combattants. Pour une amélioration de la force endurance et de la résistance au LA, cette étude recommande de privilégier le combat au sol, sous la forme de Randori de durée moyenne (> 4 minutes), avec des règles et des modalités de JJB de compétition en raison de la prééminence de contractions musculaires isométriques effectuées.

D'un point de vue plus global et en prenant également en considération les sollicitations technico-stratégiques des différentes modalités de combat, les résultats de la présente étude suggèrent qu'une approche du combat debout avec des modalités d'entraînement similaires aux règles de compétition de Judo pourrait favoriser chez les combattants de JJB : (i) un ajustement postural plus redressé, favorisant ainsi l'équilibre, (ii) un engagement et relâchement musculaire plus coordonné entre les groupes musculaires (jambes, bras, abdomen) optimisant ainsi l'économie de mouvement pour un maximum d'efficacité et finalement (iii) le développement de compétences techniques contribuant à étendre l'éventail des techniques de projection individuel.

Les règles et les modalités du combat au sol du JJB pourrait favoriser chez les judokas : (i) une approche de combat plus ouverte et versatile offrant un contexte plus propice au développement de compétences techniques autant pour les phases de transitions (renversement, passage, prise du dos) que pour les phases de contrôle (immobilisations et soumissions) et par conséquent (ii) une intensité de combat au sol plus élevée sollicitant d'avantage le métabolisme aérobie et anaérobie et contribuant ainsi de manière spécifique au développement des capacités physiques des combattants. Toutes ces informations devraient être utilisées par les entraîneurs lors de la conception et planification de programmes d'entraînement spécifiques pour les combattants de Judo et JJB.

5 Conclusion

Cette étude avait pour but d'observer et comparer les différences de la charge interne entre des combats debout et au sol chez des pratiquants de Judo et JJB à l'aide de trois variables : La FC, le LA et la RPE. Les résultats ont permis de confirmer les hypothèses de base de l'étude en ayant relevé une FC moyenne relative significativement plus élevée lors des combats debout, un LA moyen relatif significativement plus élevé lors des combats au sol ainsi qu'une RPE identique ne présentant aucune différence significative entre les deux modalités de combat. Des différences significatives entre les groupes Judo et JJB ont également été constatées. Les judokas ont démontré une FC significativement plus basse au sol tandis que les combattants de JJB ont démontré des valeurs de LA plus élevées autant lors des combats debout que des combats au sol.

Les variations de la charge interne constatées peuvent être attribuées à différentes explications. D'une part, les demandes physiques et fonctionnelles distinctes entre le combat debout et le combat au sol influencent les mouvements utilisés, les groupes musculaires engagés ainsi que les types de contractions musculaires effectuées. D'autre part, les règles différentes entre le Judo et JJB modifient les approches et les dynamiques de combat. L'approche du combat debout en Judo amènerait les combattants à optimiser leur coordination intermusculaire, efficacité et économie de mouvement tandis que l'approche du combat au sol en JJB semblerait favoriser l'ouverture et la dynamique du combat en valorisant les transitions et progressions positionnelles.

Pour conclure, cette étude met en lumière certaines différences de la charge interne entre le combat debout et le combat au sol et pourrait devenir une base de réflexion et source d'inspiration lors de la planification des entraînements de Judo et JJB. Toutefois, il est important de souligner que des lacunes subsistent dans la compréhension globale de ce domaine et les résultats suggèrent l'opportunité d'une recherche future approfondie, ouvrant ainsi la voie à de nouvelles découvertes.

Bibliographie

- Adam, M., Tabakov, S., Klimowicz, P., Paczoska, B., Laskowski, R., & Smaruj, M. (2012). The efficiency of judo techniques in the light of amendments to the rules of a sports contest. *Journal of Combat Sports and Martial Arts*, 3(2), 115-120.
<https://doi.org/10.5604/20815735.1047658>
- Andreato, L. V., Follmer, B., Celidonio, C. L., & Honorato, A. da S. (2016). Brazilian Jiu-Jitsu Combat Among Different Categories : Time-Motion and Physiology. A Systematic Review. *Strength & Conditioning Journal*, 38(6), 44.
<https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000256>
- Andreato, L. V., Julio, U. F., Panissa, V. L., Esteves, J. V., Hardt, F., de Moraes, S. M., ... & Franchini, E. (2015). Brazilian jiu-jitsu simulated competition part I: metabolic, hormonal, cellular damage, and heart rate responses. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(9), 2538-2549.
- Artioli, G. G., Gualano, B., Franchini, E., Scagliusi, F. B., Takesian, M., Fuchs, M., & Lancha, A. H. (2010). Prevalence, magnitude, and methods of rapid weight loss among judo competitors. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 42(3), 436-442. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181ba8055>
- BJJ Heroes (2017a). *2017 IBJJF Worlds : Crunching Numbers 3.0*. BJJ Heroes. Consulté le 17 janvier 2024, à l'adresse <https://www.bjjheroes.com/editorial/ibjjf-worlds-2017-crunching-numbers-3-0>
- BJJ Heroes (2017b). *Best Takedowns for BJJ*. BJJ Heroes. Consulté le 17 janvier 2024, à l'adresse <https://www.bjjheroes.com/editorial/bjj-stats-takedowns-in-jiu-jitsu>
- Blais, L., Trilles, F., & Lacouture, P. (2007). Three-dimensional joint dynamics and energy expenditure during the execution of a judo throwing technique (Morote Seoï Nage). *Journal of Sports Sciences*, 25(11), 1211-1220.
<https://doi.org/10.1080/02640410600982204>
- Branco, B. H. M., Massuça, L. M., Andreato, L. V., Marinho, B. F., Miarka, B., Monteiro, L., & Franchini, E. (2013). Association between the Rating Perceived Exertion, Heart Rate and Blood Lactate in Successive Judo Fights (Randori). *Asian Journal of Sports Medicine*, 4(2), 125-130.
- Bromley, S. J., Drew, M. K., McIntosh, A., & Talpey, S. (2018). Rating of perceived exertion is a stable and appropriate measure of workload in judo. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 21(10), 1008-1012. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2018.02.013>

- Bueno Souza, A. L., Tavares Junior, A. C., Santos da Silva, H., Moreira Junior, M. E., Souza Marcelino, M. R., Lima da Silva, W., de Padua Gomes, F., & Wilson Dos-Santos, J. (2022). Analysis of Lactate, Heart Rate and Rating of Perceived Exertion Responses in Randori, Competition and Specific Evaluation of Judo. *Ido Movement for Culture. Journal of Martial Arts Anthropology*, 22(2), 39-47.
<https://doi.org/10.14589/ido.22.2.5>
- Campos, F., Molina Correa, J. C., Canevari, V. C. M., Branco, B. H. M., Andreato, L. V., & De Paula Ramos, S. (2022). Monitoring Internal Training Load, Stress-Recovery Responses, and Immune-Endocrine Parameters in Brazilian Jiu-Jitsu Training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 36(3), 723-731.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003507>
- Degoutte, F., Jouanel, P., & Filaire, E. (2004). Mise en évidence de la sollicitation du cycle des purines nucléotides lors d'un combat de judo. *Science & Sports*, 19(1), 28-33.
[https://doi.org/10.1016/S0765-1597\(03\)00162-X](https://doi.org/10.1016/S0765-1597(03)00162-X)
- Drid, P., Trivić, T., & Tabakov, S. (2012). Special judo fitness test-a review. *Serbian Journal of Sports Sciences*, 6(4).
- Filaire, E., Maso, F., Degoutte, F., Jouanel, P., & Lac, G. (2001). Food restriction, performance, psychological state and lipid values in judo athletes. *International Journal of Sports Medicine*, 22(6), 454-459. <https://doi.org/10.1055/s-2001-16244>
- Franchini, E., Artioli, G. G., & Brito, C. J. (2013). Judo combat : Time-motion analysis and physiology. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 13(3), 624-641.
<https://doi.org/10.1080/24748668.2013.11868676>
- Franchini, E., Del Vecchio, F. B., Matsushigue, K. A., & Artioli, G. G. (2011). Physiological Profiles of Elite Judo Athletes: *Sports Medicine*, 41(2), 147-166.
<https://doi.org/10.2165/11538580-000000000-00000>
- Gentil, P., Oliveira, E., & Bottaro, M. (2006). Time under tension and blood lactate response during four different resistance training methods. *Journal of physiological anthropology*, 25(5), 339-344.
- Gutiérrez-Santiago, A., Gentico-Merino, L. A., & Prieto-Lage, I. (2019). Detection of the technical-tactical pattern of the scoring actions in judo in the men's category of -73 kg. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 19(5), 778-793.
<https://doi.org/10.1080/24748668.2019.1655934>
- Hegner, J. (2008). *Training fundiert erklärt. Handbuch der Trainingslehre*. (3. Auflage.). Ingold Verlag.

- Hernández-García, D. R., Torres-Luque, P. G., & Villaverde-Gutierrez, P. C. (2009). Physiological requirements of judo combat. *International SportMed Journal*, 10(3).
- International Brazilian Jiu-Jitsu Federation (2015). *Books and Videos*. IBJJF – International Brazilian Jiu-Jitsu Federation. Consulté le 26 février 2024, à l'adresse <https://ibjjf.com/books-videos>
- JudoData (2024). *Statistics*. Judo statistics – JudoData. Consulté le 17 janvier 2024, à l'adresse <https://www.judodata.com/statistics/>
- Julio, U. F., Panissa, V. L. G., Esteves, J. V., Cury, R. L., Agostinho, M. F., & Franchini, E. (2017). Energy-System Contributions to Simulated Judo Matches. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(5), 676-683. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2015-0750>
- Kitamura, K., Yamaji, K., & Shephard, R. J. (1981). Heart Rate Predictions of Exercise Intensity During Arm, Leg and Combined Arm/Leg Exercise. *Journal of Human Ergology*, 10(2), 151-160. <https://doi.org/10.11183/jhe1972.10.151>
- Lakicevic, N., Roklicer, R., Bianco, A., Mani, D., Paoli, A., Trivic, T., Ostojic, S. M., Milovancev, A., Maksimovic, N., & Drid, P. (2020). Effects of Rapid Weight Loss on Judo Athletes : A Systematic Review. *Nutrients*, 12(5), Article 5. <https://doi.org/10.3390/nu12051220>
- Leme Gonçalves Panissa, V., Franchini, E., Franzói De Moraes, S. M., Pastório, E. J., Hardt, F., Ferreira Julio, U., Del Conti Esteves, J. V., & Vidal Andreato, L. (2016). Metabolic, muscle damage and heart rate responses in Brazilian jiu-jitsu matches of varied duration. *Kinesiology*, 48(2), 182-192. <https://doi.org/10.26582/k.48.2.13>
- Maier, T., Gross, M., Troesch, S., Steiner, T., Müller, B., Bourban, P., Schäfer, C., Hübner, K., Wilhelm, M., Clénin, G., Züst, P., Seidel, R., Tschopp, M., & Wehrlin, J. (2016). Manuel de diagnostic de performance (Swiss Olympic, Ed.).
- Marcon, G., Franchini, E., Jardim, J., & Neto, T. (2010). Structural Analysis of Action and Time in Sports : Judo. *Journal of Quantitative Analysis in Sports*, 6, 10-10. <https://doi.org/10.2202/1559-0410.1226>
- Miarka, B., Panissa, V. L. G., Julio, U. F., Del Vecchio, F. B., Calmet, M., & Franchini, E. (2012). A comparison of time-motion performance between age groups in judo matches. *Journal of Sports Sciences*, 30(9), 899-905. <https://doi.org/10.1080/02640414.2012.679675>
- Obmiński, Z., Lerczak, K., Witek, K., & Pintera, M. (2010). Studies on lactate peak in blood following judo match. *J Combat Sports Martial Arts*, 2(2), 95-99.

- Øvretveit, K. (2018). Acute physiological and perceptual responses to Brazilian jiu-jitsu sparring : The role of maximal oxygen uptake. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 18(3), 481-494. <https://doi.org/10.1080/24748668.2018.1493634>
- Plée, T. (1999). *Judo Kodokan, La bible du Judo*. Budo Éditions.
- Sedeaud, A., Sène, J. M., Krantz, N., Saulière, G., Moussa, I., & Toussaint, J. F. (2018). L'importance de la quantification de la charge d'entraînement : Exemple d'un modèle. *Science & Sports*, 33(1), 22-32. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2017.06.011>
- Serrano-Huet, V., Latorre-Román, P., García-Pinillos, F., Morcillo Losa, J., Moreno-Del Castillo, R., & Párraga-Montilla, J. (2016). Acute Effect of A Judo Contest on Muscular Performance Parameters And Physiological Response. *International Journal of Kinesiology and Sports Science*, 4(3). <https://doi.org/10.7575/aiac.ijkss.v.4n.3p.24>
- Slimani, M., Znazen, H., Sellami, M., & Davis, P. (2018). Heart rate monitoring during combat sports matches : A brief review. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 18(2), 273-292. <https://doi.org/10.1080/24748668.2018.1469080>
- Stachoń, A., Burdukiewicz, A., Pietraszewska, J., & Andrzejewska, J. (2015). A comparative analysis of male judo and Brazilian jiu-jitsu practitioners based on motor performance and body build. *Journal of Combat Sports and Martial Arts*, 6(2), 53-58. <https://doi.org/10.5604/20815735.1193158>
- Stanley, V. (2002). *Conde Koma – O invencível yondan da história*. Editora Átomo.
- Van Hall, G., Jensen-Urstad, M., Rosdahl, H., Holmberg, H.-C., Saltin, B., & Calbet, J. a. L. (2003). Leg and arm lactate and substrate kinetics during exercise. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 284(1), E193-E205. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00273.2002>
- Villar, R., Gillis, J., Santana, G., Pinheiro, D. S., & Almeida, A. L. R. A. (2018). Association Between Anaerobic Metabolic Demands During Simulated Brazilian Jiu-Jitsu Combat and Specific Jiu-Jitsu Anaerobic Performance Test. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(2), 432-440. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001536>
- Yoshida, C., & Higuchi, M. (2002). Heart rate is lower during ergometer rowing than during treadmill running. *European Journal of Applied Physiology*, 87(2), 97-100. <https://doi.org/10.1007/s00421-002-0599-z>

Annexe

Annexe 1

Université de Fribourg

Information sur l'utilisation des données de santé à des fins de recherche

Chers athlètes et participants,

Dans le cadre de mon travail de Master à l'Université de Fribourg en Sciences du sport, j'ai décidé de me pencher sur le thème suivant :

« Monitoring et comparaison de la charge interne lors de combats d'entraînement chez des pratiquants de Judo et Jiu-jitsu brésilien ; les différences entre une séance de combats debout et de combats au sol. »

Concrètement, il s'agit de relever la fréquence cardiaque, le lactate et la perception subjective de l'effort au cours de deux entraînements avec des focus différents (debout, sol). Finalement, ces valeurs seront comparées et interprétées sur la base des valeurs maximales individuelles relevées lors d'un troisième rendez-vous à l'aide d'un test d'effort sur rameur ergométrique.

Comment pouvez-vous contribuer à la recherche ?

En cochant « OUI » et en signant la déclaration de consentement, vous acceptez que vos données soient réutilisées à des fins de recherche. Le consentement est valable pour toutes les données collectées pendant deux séances d'entraînement et un test de référence.

Votre consentement est volontaire. Il reste valable pour une durée indéfinie ou jusqu'à un éventuel retrait. Vous pouvez retirer votre consentement en tout temps en utilisant les coordonnées ci-dessous sans avoir à justifier votre décision. En cas de retrait, vos données ne seront plus disponibles pour de nouveaux projets de recherche.

Comment vos données de santé et vos échantillons biologiques sont-ils protégés ?

Les données sont protégées dans le respect des exigences légales en vigueur. Seul le chef de projet a accès à vos données sous forme identifiée. Si vos données sont utilisées pour un projet de recherche, ils seront codés ou anonymisés. « Codé » signifie que toutes les informations personnelles (par exemple votre nom ou votre date de naissance) sont remplacées par un code. La clé qui permet de savoir quel code correspond à quel individu est conservée en toute sécurité par le chef de projet. Les personnes qui ne possèdent pas la clé de codage ne sont pas en mesure de vous identifier. Dans le cas d'une anonymisation, le lien entre les données associées et l'individu est définitivement rompu, ce qui signifie qu'aucun-e participant-e spécifique ne peut être ré-identifié-e.

Qui peut utiliser vos données de santé ?

Les données peuvent être utilisés par des chercheurs ayant reçu une autorisation pour des projets de recherche ou en collaboration avec d'autres institutions publiques (autres universités ou autres compagnies, par ex.) en Suisse ou à l'étranger. La mise à disposition des données pour des projets de recherche à l'étranger nécessite que les conditions de protection des données soient au moins équivalentes à celles appliquées en Suisse. Tout projet de recherche utilisant vos données doit avoir obtenu l'autorisation de la Commission d'éthique compétente.

Serez-vous informé-e des résultats de recherche ?

La recherche menée avec vos données ne révélera en principe aucune information individuelle pour votre santé. Si vous souhaitez recevoir des informations, elles seront bien entendu partagées avec vous.

Ma participation engendre-t-elle des frais ou des bénéfices financiers ?

Votre participation n'engendre aucun frais supplémentaire pour vous. La loi exclut la commercialisation des données.

Si vous avez des questions ou souhaitez des informations supplémentaires, n'hésitez pas à nous contacter à l'adresse ci-dessous

valentin.rota@unifr.ch

Université de Fribourg

Déclaration de consentement pour l'utilisation des données de santé à des fins de recherche

.....

Nom et prénom de l'athlète

.....

Date de naissance

J'accepte que mes données de santé soient utilisées à des fins de recherche

☐ OUI ☐ NON

J'ai compris :

- les explications sur la réutilisation de mes données à des fins de recherche, détaillées dans l'information ci-dessus (version 1, 02.10.2023).
- que mes données personnelles sont protégées.
- que mes données peuvent être utilisées dans des projets de recherche nationaux et internationaux, dans les secteurs public et privé.
- que je pourrais être recontacté-e dans le cas où des résultats pertinents me concernant seraient mis en évidence.
- que ma décision est volontaire
- que ma décision est valable pour une durée illimitée.
- que je puisse retirer mon consentement à n'importe quel moment sans avoir à justifier ma décision.

.....

Lieu et date

.....

Signature de l'athlète, si capable de discernement

.....

Lieu et date

.....

Signature du représentant légal, si nécessaire
(nom et relation avec l'athlète)

En cas de questions ou si vous souhaitez recevoir une copie de ce formulaire avec signature, vous pouvez vous adresser au contact ci-dessous.

Valentin Rota
Chemin Ritter 8
2502 Biel/Bienne
valentin.rota@unifr.ch

Lactatémie au lobe de l'oreille

MATÉRIEL NÉCESSAIRE :

- Surface propre
- Fiche de données et stylo
- Gants
- Désinfectant
- Coton
- Autopiqueur
- Poubelle
- Poubelle pour autopiqueur
- Capillaires, microtubes/bandes de mesure
- Appareil d'analyse



PRÉPARATION :



- Si nécessaire, stimuler localement le saignement avec une crème favorisant la circulation sanguine
- Désinfecter l'endroit prévu pour la piqûre
- Percer la peau avec une lancette/un autopiqueur (dans l'idéal une fois par test seulement)
- Contrôler le flux de sang, nettoyer avec un coton sec

PRÉLÈVEMENT D'ÉCHANTILLON :



- Nettoyer la piqûre avec un coton sec (la sueur fausse les valeurs mesurées)
- Faire sortir un peu de sang en massant l'endroit et en pressant un minimum (une pression trop forte fait augmenter la part de plasma sanguin et fausse les valeurs mesurées)
- Nettoyer la première goutte de sang avec du coton
- Prélever le sang dès la deuxième goutte (avec un capillaire ou une bande de mesure)
- Mettre le capillaire dans une solution hémolytique, fermer le microtube et secouer

Manuel Lactate Scout 4

Préparation

Important : La température de l'appareil doit correspondre à la température des bandelettes de mesure :

Les bandelettes de mesure qui sont conservées au réfrigérateur doivent être sorties 20 min avant !

Vérifier le code des bandelettes de mesure :

- Appuyer « OK » 2 s - *Piep* (pour allumer) (1D)
- Sur l'écran d'accueil, le champ « Code » est sélectionné en noir (6)
- Appuyer « OK » pour ajuster le code (1D)
- Avec les touches fléchées (1C) ajuster les chiffres par rapport au numéro du récipient et confirmer avec «OK» 2x (7)
- Appuyer « OK » pour revenir à l'écran d'accueil (1D)
- Appuyer « OK » (1D) 2 s - *Piep* (pour arrêter)



L'appareil répond avec un retard (2 s)

Avant une mesure réelle, une mesure de test doit être exécutée.

Ça veut dire, faire une mesure « test » pour chaque appareil avant de les utiliser pour de vraies mesures (voir ci-dessous).



Mesure

Prendre une bandelette dans la boîte (pas contacter le contact de mesure) (1)

Insérer la bandelette de mesure dans l'appareil (la zone de mesure noire vers le haut) (2)

L'appareil est prêt lorsqu'une goutte de sang apparaît et clignote (3)

Aspirer la goutte de (remplir le contact de mesure complètement)

Attendre 10 s jusqu'à ce qu'une valeur apparaisse (5)



eho, 07.09.2023

Autres paramètres

Mémoire des mesures :

Allumer l'appareil, appuyer les touches fléchées jusqu'à le symbole de l'armoire (1A)

Ajuster la date et l'heure :

Allumer l'appareil, appuyer les touches fléchées jusqu'à réglages (1B)

Erreurs:



Erreur de capteur → nouveau capteur









Erreur lors du remplissage du sang → nouveau capteur



Erreur du température (la température ambiante ne va pas)



L'échelle de Borg: la perception de l'effort

Echelle de BORG	Perception de l'intensité de l'effort	Intensité relative	Lien avec une séance type d'activité physique	Emotions
6	Aucun effort	20 %	Echauffement/ retour au calme	
7	Extrêmement facile	30 %		
8		40 %		
9	Très facile	50 %		
10		55 %		
11	Facile	60 %	Zone cible	
12	Zone d'entraînement optimale	65 %		
13	Moyennement difficile	70 %		
14		75 %		
15	Difficile	80 %		
16		85 %	Zone d'effort très intense	
17	Très difficile	90 %		
18		95 %		
19	Extrêmement difficile	100 %		
20	Exténuant	Acidose		