

LA PRÉPARATION PHYSIQUE INTÉGRÉE EN JUDO : ASPECTS PHYSIOLOGIQUES

PATRICK ROUX, STÉPHANE BAUDRY

L'ÉNERGÉTIQUE MUSCULAIRE

La consommation d'énergie d'un muscle peut augmenter jusqu'à 100 fois lors d'un exercice réalisé à forte intensité, ce qui nécessite une quantité d'énergie tout aussi importante afin de resynthétiser les stocks d'ATP (adénosine tri-phosphate), i.e. l'ATP est la seule molécule qui permette la production d'une force musculaire. Cette demande énergétique, dans le cas d'un exercice à haute intensité, excède les capacités aérobies du muscle et dès lors, une large proportion de l'énergie nécessaire à la resynthèse d'ATP provient du métabolisme anaérobie. Par ailleurs, un exercice à haute intensité s'accompagne d'une diminution rapide des capacités de force du muscle i.e. fatigue. Aussi, il paraît logique d'établir une relation causale entre métabolisme anaérobie et fatigue musculaire. Le métabolisme anaérobie comprend deux voies distinctes, celle dite anaérobie alactique qui implique l'utilisation de la créatine phosphate (CP) pour resynthétiser l'ATP avec une accumulation de phosphate inorganique (P_i) et celle de la glycolyse (anaérobie lactique) qui dégrade le glycogène en produisant une quantité importante d'acide lactique. Il a très souvent été observé, lors de l'étude de la fatigue musculaire, une forte corrélation entre la diminution de force et l'augmentation de la lactatémie ($[La]_s$), ce qui conduisit très vite à désigner cette dernière comme la cause principale de la fatigue. Une des applications de cette relation dans le domaine de l'entraînement sportif consiste à caractériser les efforts spécifiques à une discipline par la mesure de la $[La]_s$ et dans le cas d'un effort s'accompagnant d'une forte $[La]_s$ de le qualifier comme « effort lactique ».

LE JUDO : « EFFORT LACTIQUE »

Le judo fait partie de ces sports qui requièrent des « efforts lactiques » Del Colombo, 1996 et actuellement, l'ensemble des planifications d'entraînement en judo possède une période dédiée à l'amélioration du métabolisme anaérobie lactique. La place prépondérante qu'occupe cette période demande que l'on porte une attention particulière sur sa finalité et sur sa forme. En effet, la relation causale entre $[La]_s$ et fatigue semble maintenant obsolète puisqu'il apparaît de plus en plus clairement que cette relation statistique ne retranscrit pas une relation physiologique ; la fatigue musculaire serait principalement due à l'accumulation de P_i . Néanmoins, la programmation d'une période de travail lactique garde tout son intérêt dans la mesure où elle se compose d'efforts très proches de ceux rencontrés dans le judo. En effet, il est reconnu que l'amélioration des qualités musculaires est spécifique à l'effort réalisé, spécificité qui se retrouve tant dans la gestuelle utilisée que dans la durée et l'intensité de l'effort. Cependant, dans la pratique, les « efforts lactiques » sont souvent réalisés sous la forme de course à pieds ou d'exercices généraux lors des séances de préparation physique.

VERS UN ENTRAÎNEMENT INTÉGRÉ

L'optimisation de l'entraînement vise à rendre plus efficace les procédures d'entraînement, c'est-à-dire à mettre en place des programmations qui tendent à l'amélioration de la performance tout en minimisant le temps consacré à l'entraînement [l'entraînement est très « chronophage »]. Ce dernier point prend toute son importance dans l'entraînement des enfants et des adolescents. En effet, d'une part, la croissance biologique est une source importante de perturbations physiologiques qu'il convient de ne pas trop accentuer par un entraînement inadapté en durée et

en intensité. D'autre part, la scolarité du jeune judoka impose des contraintes qui diminuent le temps alloué à la pratique du judo. Dans cette situation, la recherche d'une intégration, au sein d'une même séance d'entraînement, de différentes facettes de l'activité judo s'inscrit bien dans une démarche d'optimisation de l'entraînement. De là à parler de préparation physique intégrée, il n'y a qu'un pas que nous allons franchir allègrement.

INTÉGRATION DES SPÉCIFICITÉS DU JUDO

La notion d'opportunité dans l'interaction entre Uke et Tori s'appuie sur la capacité à créer une rupture de l'état d'équilibre du couple. Cette rupture peut être provoquée par la maîtrise des habiletés techniques fondamentales et par les qualités physiques du judoka nécessaires à la gestion des interactions dynamiques ^{Roux, 2000}. L'association de ces deux facteurs de performance passe par la construction d'une motricité élaborée afin d'exprimer des actions spécifiques d'intensités maximales, c'est-à-dire caractérisées par l'expression de forces et de vitesses importantes. Ces paramètres peuvent être améliorés de manière concomitante par un entraînement composé d'exercices spécifiques à l'activité judo avec des durées d'effort et de récupération pertinentes.

Comme il a été mentionné, l'une des caractéristiques du judo réside dans la réalisation d'actions de hautes intensités mobilisant fortement le métabolisme anaérobie lactique. Sur le plan biochimique, la puissance anaérobie lactique résulte de la production énergétique liée à la dégradation du glycogène en lactate. La puissance maximale de ce processus s'observe pour des durées d'action comprises entre 15 et 45 secondes ^{Billat, 1998}. La programmation des durées d'effort et de récupération doit donc offrir des situations permettant la répétition d'efforts de 15 à 45 sec à intensité quasi-maximale en créant ou non une fatigue musculaire. Les approches de terrain montrent qu'un nombre conséquent de combinaisons de durées d'effort et de récupération sont possibles voire souhaitables ^{Pradet, 1997}. Ces combinaisons admettent une répétition de la durée d'action sous forme pyramidale ou constante s'étalant de 15 à 30 secondes ^{Billat, 1998} voire 45 secondes ^{Pradet, 1997}. Aussi, en combinant la gestuelle spécifique au judo avec ces paramètres de durée d'effort, il est possible d'envisager des séances de préparation physique d'une grande spécificité et intégrant différents aspects de l'activité judo.

LA PRÉPARATION PHYSIQUE INTÉGRÉE EN JUDO

La notion de préparation physique intégrée n'est pas nouvelle pour d'autres disciplines sportives (rugby) et commence à se répandre dans le monde du judo. Néanmoins, l'impact immédiat et à moyen terme (saison sportive) d'une telle préparation physique en judo n'a encore jamais été l'objet d'une analyse systématique. Aussi, nous nous sommes inscrits dans une démarche d'élaboration et d'évaluation de séances de préparation physique intégrée.

Afin d'élaborer le contenu des séances, nous sommes partis de l'activité judo en nous focalisant sur les habiletés techniques fondamentales (HTF). Après avoir dévolu notre choix sur certaines d'entre elles, nous avons sélectionné les exercices éducatifs qui permettaient de les développer. Nous avons alors regroupé ces derniers sous la forme de circuits d'entraînement comprenant ~6 exercices. La planification d'entraînement a été établie en respectant les objectifs des entraîneurs et se composait de trois périodes.

Octobre – décembre	⇒ puissance aérobie
Janvier – mars	⇒ capacité anaérobie lactique
Mars – avril	⇒ puissance anaérobie lactique

Afin de répondre à ces objectifs, l'alternance entre le temps de travail et le temps de récupération était pour le travail de la puissance aérobie de 40 s d'exercice pour 40 s de récupération (1 : 1). Pour le travail de la capacité lactique, l'alternance était de 40 s d'exercice pour 120 s de récupération (1 : 3). Enfin, pour le travail de puissance anaérobie lactique, l'alternance se composait de 40 s de travail pour 200 s de récupération (1 : 5).

VALIDATION DES CIRCUITS DE PRÉPARATION PHYSIQUE INTÉGRÉE

Le choix des alternances « travail : récupération » repose sur les données issues de la littérature scientifique et sur les compétences des entraîneurs. Néanmoins, si les effets immédiats de ces alternances sont connus lorsqu'elles sont appliquées à des exercices tel que la course à pied ou le vélo, aucune information n'était disponible quant à leurs effets lorsque les exercices généraux sont par des éducatifs de judo. Or, les effets immédiats d'un exercice sont dépendants des caractéristiques de la tâche motrice effectuée. Dès lors, des tâches motrices très différentes (course à pied vs. judo) peuvent engendrer des adaptations immédiates divergentes. Pour déterminer l'impact des circuits de préparation physique intégrée aux 3 alternances « travail : récupération » choisies pour la planification (1 : 1 ; 1 : 3 ; 1 : 5), nous avons mesuré la fréquence cardiaque, la $[La]_s$ ainsi que le nombre de répétitions réalisés au cours de chaque exercice du circuit.

Les résultats obtenus nous indiquent une diminution du nombre de répétitions réalisées lors des 3 derniers exercices pour l'alternance 1 : 1 par rapport aux autres alternances. De manière quasi-similaire, le nombre de répétitions diminuait pour l'alternance 1 : 3 par rapport à l'alternance 1 : 5 et ce, à partir du 5^e exercice (tableau 1). La diminution du nombre de répétitions avec la diminution du temps de récupération suggère une manifestation plus précoce de la fatigue musculaire.

N°	Exercice	1 : 1	1 : 3	1 : 5
1	Iki Daeshi	28.0	28.9	28.0
2	Iki Daeshi (20 s) + Uchi Komi (20 s)	26.6	27.3	27.2
3	Uchi Komi	24.5	27.2	26.4
4	Iki Daeshi (20 s) + Nage Komi (20 s)	18.5	20.5	21.8
5	Nage Komi	12.6	12.4	14.7
6	Uchi Komi (20 s) + Nage Komi (20 s)	17.2	19.3	21.7

Tableau 1 : nombre moyen de répétitions réalisées au cours de chaque exercice en fonction de l'alterne "travail : récupération".

Par ailleurs, la fréquence cardiaque ne change guère entre les phases de travail et de récupération lors d'un circuit réalisé avec une alternance de 1 : 1 (de 185 pulsation.min⁻¹ à 170 pulsation.min⁻¹). En revanche, la fréquence cardiaque diminue de

manière très importante (de 175 pulsation.min⁻¹ à 115 pulsation.min⁻¹) lors d'un circuit réalisé avec une alternance de 1 : 5. Cette dernière information s'avère importante pour supporter la pertinence du choix de ces alternances au cours de la planification d'entraînement. En effet, la très faible variation de la fréquence cardiaque après avoir atteint sa valeur quasi-maximale indique que le métabolisme aérobie fonctionne avec un haut débit et couvre une grande partie des besoins énergétiques. En revanche, la variation importante de la fréquence cardiaque entre les phases de travail et de récupération indique qu'au début de chaque phase de travail, le métabolisme anaérobie lactique sera très fortement sollicité. Celui-ci doit, en effet, palier l'inertie du métabolisme aérobie qui repose partiellement sur la cinétique d'adaptation du système cardio-vasculaire. Aussi, plus la variation de l'état du système cardio-vasculaire entre le repos et l'effort est importante, plus le métabolisme anaérobie lactique sera sollicité. De plus, l'augmentation importante de $[La]_s$ de ~ 7.1 mmol.l⁻¹ à ~ 10 mmol.l⁻¹ indique une contribution très importante du métabolisme anaérobie lactique à l'apport énergétique nécessaire à la resynthèse d'ATP. En guise de comparaison, la $[La]_s$ est de ~ 1.2 mmol.l⁻¹ au repos et de ~ 6.4 mmol.l⁻¹ à l'atteinte du VO_2 max lors d'un test triangulaire continu sur ergocycle. Enfin, le nombre supérieur de répétitions réalisées lors de chaque exercice au cours de l'alternance 1 : 5 suggère que cette dernière permet le développement d'une plus grande puissance mécanique comparativement aux alternances 1 : 1 et 1 : 3, surtout lors des derniers exercices du circuit.

VALIDATION D'UNE PLANIFICATION DE PRÉPARATION PHYSIQUE INTÉGRÉE

Si les effets immédiats des circuits de préparation physique intégrée semblent correspondre aux objectifs qui leur ont été alloués, il reste à savoir si leur application dans le cadre d'une planification annuelle d'entraînement peut participer à l'amélioration du potentiel technico-physique du jeune judoka. Avant d'aller plus loin dans la réponse à cette question il convient, par souci d'objectivité, de rappeler que notre analyse ne bénéficie pas encore d'une quantité de données suffisamment étoffée pour permettre toute forme de conclusion trop définitive (voir : *limites*). Néanmoins, certaines tendances se dégagent de manière assez distinctes pour fournir dès à présent des pistes de réflexion sur les apports potentiels de la préparation physique intégrée (figure 1).

En effet, la vitesse maximale aérobie (VMA), obtenue à partir d'un test « navette » en course à pieds, a augmentée de manière régulière tout au long de l'année et est ainsi passée de 13.7 à 14.5 km.h⁻¹ (+5.8 %) entre les mois d'octobre et de mars. Au cours de la même période, la VMA n'augmentait que de 1.5 % dans un groupe de contrôle de judoka ne réalisant pas de préparation physique intégrée. De même, la puissance maximale développée lors d'un test de poussée des membres inférieurs (Dyno-Strength trainer ; Concept 2) au cours d'un effort de 30 s (maximum de répétitions en 30 s) passait de 579.1 à 759.6 Watts entre le mois d'octobre et le mois de mars. Le nombre de répétitions réalisées montrait une augmentation de 26.4 %, sur cette même période. Ce dernier résultat peut-être comparé à celui d'un groupe de contrôle pour lequel le nombre de répétitions était également augmenté dans des proportions similaires. Enfin, la vitesse spécifique du bras tenant le revers de la veste de judogi lors d'un mouvement d'Iki Daeshi a été augmentée de 18.5 % sur la période s'étalant d'octobre à mars. La vitesse spécifique a été mesurée lors d'un test de 30 s qui consistait à réaliser le plus grand nombre de répétition du mouvement d'Iki Daeshi sur le dispositif ergométrique composé de charges additionnelles

mobilisables via un système de câbles. Parallèlement, le nombre de répétitions lors de ce test se voyait augmenté, sur la même période de temps, de 20% alors que la $[La]_s$ n'était pas modifiée.

Par ailleurs, il ressort des observations des entraîneurs des progrès plus rapides dans l'acquisition de certaines habiletés techniques fondamentales. De plus, les séances de préparation physique intégrée contribueraient également à une augmentation de la mobilité et de la capacité à accélérer le rythme et l'intensité du randori.

LIMITES

Il est important d'apporter certaines considérations d'ordre méthodologique sur les résultats qui viennent d'être présentés, en rappelant en préambule que cette analyse n'avait pas pour objectif de démontrer une plus grande efficacité de la préparation physique intégrée face à une autre méthode. Le but était au contraire de vérifier si une telle approche de la préparation physique ne nuisait pas au développement physique du jeune judoka, et il semble que le but ait été atteint au regard des données présentées précédemment. Cependant, cela ne permet pas de conclure de manière définitive sur l'efficacité de la préparation physique intégrée et ce, pour plusieurs raisons.

Premièrement, l'évaluation de cette préparation physique a été réalisée au cours d'une saison sportive. Cela signifie que les résultats obtenus ne représentent pas uniquement les effets des séances de préparation physique mais aussi ceux des séances d'entraînement technique (~4 par semaine). C'est donc la somme des effets de toutes les séances d'entraînement qui a été mesurée.

Deuxièmement, les adolescents de 15-17 ans voient leurs capacités physiques augmentées par le simple fait de la croissance. L'augmentation de la VMA observée lors de cette analyse pourrait n'avoir pour cause que l'évolution physiologique normale des caractéristiques biométriques. Néanmoins, l'augmentation de 5 % de la VMA sur une période de 6 mois semble supérieure à celle mesurée chez des adolescents ne pratiquant pas d'activité physique régulière ; ceci souligne probablement l'effet de l'entraînement.

Troisièmement, l'absence d'un groupe de contrôle, dont le volume et l'intensité de l'entraînement seraient identiques à ceux des groupes de préparation physique intégrée, limite la signification de nos résultats. En effet, les différences de volume et d'intensité peuvent influencer les résultats obtenus. Cette remarque est également valable pour l'acquisition des habiletés techniques fondamentales. Cependant, l'analyse des entraîneurs indique un effet très positif sur les comportements gestuels et énergétiques du judoka lors des randori, qui traduirait une accélération du processus d'acquisition des fondamentaux techniques.

Enfin, le nombre réduit de judokas ayant participé à cette approche ne permet pas de généraliser les résultats obtenus. Il convient au contraire d'augmenter l'effectif de judokas et la similitude des conditions de passation de test pour obtenir des résultats plus consistants. Si ce dernier point a constitué une limite, il est maintenant perçu comme une perspective, celle d'étendre notre démarche au plus grand nombre.

PERSPECTIVES

L'approche utilisée offre quatre avantages. Le premier contribue à rapprocher les différents acteurs du domaine de l'entraînement (entraîneurs, cadres techniques et chercheurs) au cours de réunions trimestrielles portant sur l'élaboration des séances d'entraînement et de la planification de ces dernières. Le deuxième avantage réside dans la conception d'outils d'analyse de l'activité judo. Le troisième avantage provient de l'utilisation des données recueillies comme base à l'élaboration de contenus de formation. Loin de remplacer les autres approches de la préparation physique, la préparation physique intégrée permet d'augmenter la diversité des procédures d'entraînement et d'atténuer les idées préconçues sur la nécessité de la musculation avec charges additionnelles en vue d'augmenter la puissance musculaire spécifique. Il semble, en effet, opportun de créer une "grande variété de procédures qui doivent toutes être intégrées dans le processus d'entraînement sous peine de voir la progression générale stoppée par la stagnation d'un paramètre particulier"¹¹ Pradet, 1997. Cette approche de la préparation physique intégrée doit maintenant se prolonger en augmentant le nombre de judokas y participant. Cela nécessite la participation d'un nombre important de pôles (>6). De même, il est important de continuer à développer les outils d'analyse de l'activité judo pour notamment les transformer en contenus de formation.

Pour conclure, il reste à souligner que l'ensemble des éléments que regroupe cette approche de la préparation physique intégrée constitue une aide à l'entraînement pouvant s'étendre à d'autres problématiques d'entraînement. Il ne tient qu'à nous tous de développer cette aide à l'entraînement.

BIBLIOGRAPHIE

- Billat V. *Physiologie et méthodologie de l'entraînement - de la théorie à la pratique* - De Boeck Université, 1998.
- Del Colombo L. "Sélection et préparation terminale pour les championnats du monde et les jeux Olympiques". *Les cahiers de l'INSEP* n°16-17. INSEP-Publications, 1996.
- Pradet M. *La préparation physique*. Collection entraînement. INSEP-Publications, 1997.
- Roux P. *Communication J.O.R.E.S.C.A.M.* 2000.