

## La récupération post-exercice durant le mois de Ramadan

### Post-exercise recovery during the month of Ramadan

Abd-Elbasset Abaïdia

UR UPIV 3300 APERE, Université de Picardie Jules Verne, Amiens, France.

#### RÉSUMÉ

**Introduction:** La participation à un sport de longue durée et induisant des dommages musculaires entraîne l'apparition de fatigue. Cette fatigue peut se prolonger dans le temps, mais elle peut être également limitée par l'utilisation de différentes stratégies de récupération. En période de Ramadan, la limitation des apports nutritionnels et la possible perturbation du sommeil peut avoir un impact sur la qualité de la récupération post-exercice. Il importe donc d'adapter les stratégies à mettre en place chez les sportifs évoluant dans ce contexte. L'objectif de cette étude a été de traiter de l'impact du jeûne du Ramadan sur la récupération post-exercice.

**Méthodes:** Revue narrative.

**Résultats:** Nous avons décrit la récupération, ses mécanismes physiologiques et de l'importance de la mise en place d'un protocole adapté permettant d'accélérer la récupération suite à une compétition ou un entraînement. Nous avons décrit aussi l'impact du jeûne lors du mois de Ramadan sur la capacité du sportif à récupérer. Enfin, nous avons proposé des applications pratiques permettant d'optimiser la récupération chez les sportifs pratiquant le jeûne du Ramadan.

**Conclusion:** Bien que la fatigue post-exercice semble plus importante en période de jeûne, les cinétiques de récupération de la performance ne sont pas impactées. Toutefois, il convient d'utiliser certaines stratégies de récupération notamment lorsque les compétitions sont proches dans le temps.

**Mots clés:** dommages musculaires, exercice excentrique, fatigue, jeûne, sport

#### ABSTRACT

**Introduction:** Participating in a sport inducing muscle damage with a long duration leads to the appearance of fatigue. This fatigue can persist over time, but it can also be limited by the use of different recovery strategies. During Ramadan, the limitation of nutritional intake and the possible disruption of sleep can have an impact on the quality of post-exercise recovery. It is therefore important to adapt the strategies to be implemented among athletes performing in this context. The aim of the present study was to address the impact of Ramadan fasting on post-exercise recovery.

**Methods:** narrative review.

**Results:** We have described recovery, its physiological mechanisms and the importance of implementing a suitable protocol to accelerate recovery following a competition or training. We have discussed also the impact of fasting during the month of Ramadan on the athlete's ability to recover. Finally, we have proposed practical applications to optimize recovery in fasted athletes during the month of Ramadan.

**Conclusion:** Although post-exercise fatigue seems higher when fasting, recovery kinetics of performance are not impacted. However, it is appropriate to use some recovery strategies, particularly during congested schedules.

**Keywords:** eccentric exercise, fatigue, fast, muscle damage, sport

Correspondance

Abd-Elbasset Abaïdia

UR UPIV 3300 APERE, Université de Picardie Jules Verne, Amiens, France.

Email: abd.elbasset.abaidia@u-picardie.fr

## INTRODUCTION

Lors d'efforts de longue durée induisant des dommages musculaires et cardiovasculaires, on observe une diminution de la capacité de performance immédiatement après exercice [1-4]. Une période de récupération permet un retour plus ou moins rapide au niveau initial de performance [5]. Cette récupération est possible grâce à la mise en place d'un processus de régénération musculaire qui peut être optimisé ou inhibé par certains facteurs [1,2]. Dans le cas du sport de haut niveau, optimiser la récupération c'est accélérer la capacité à revenir aux valeurs de référence [5].

En période de jeûne du Ramadan (JdR), le corps est exposé à une contrainte entraînant des perturbations du rythme habituel des repas [6]. En effet, contrairement au reste de l'année, les repas sont exclusivement nocturnes et moins fréquents, en particulier lorsque les journées sont longues [6]. Cela pourrait avoir des conséquences sur la récupération post-exercice, puisque dans certains cas les apports en macronutriments peuvent être modifiés et différents des recommandations nutritionnelles [6].

Dans cette revue narrative, après avoir défini les notions-clés comme la fatigue et la récupération, nous avons traité de l'impact du JdR sur i) le processus de régénération musculaire, puis ii) sur la capacité de récupération. Nous avons proposé également des applications pratiques pouvant être mises en place, avec un protocole de récupération spécifique au mois de Ramadan.

## FATIGUE ET RÉCUPÉRATION POST-EXERCICE

### Fatigue post-exercice

La participation à un effort de longue durée avec des actions répétées comme la course à pied, les sports collectifs ou encore les sports de raquette, est caractérisée par des actions qui intègrent de nombreuses contractions excentriques et pliométriques : sprints, accélérations, changements de direction, contacts avec l'adversaire, tirs [7]. Ces actions sont caractérisées par un étirement du muscle pour produire une force [1-3]. Le stress mécanique, occasionné par ces régimes de contraction, est le facteur le plus important menant à l'apparition de dommages musculaires [1-3].

L'apparition de ces dommages musculaires est caractérisée par une diminution de la fonction neuromusculaire qui peut être accompagnée d'une augmentation des concentrations sanguines en protéines intramusculaires et, parfois, d'une augmentation des douleurs musculaires [5]. Dans le même temps, une réponse inflammatoire est déclenchée par la réalisation d'actions à haute intensité et/ou intégrant des contractions excentriques [8,9,10].

De ce fait, lors de ce type d'effort, le résultat final est une diminution de la performance immédiatement post-exercice [5]. Au niveau musculaire, cela correspond à une fatigue qui est définie de différentes manières en fonction des auteurs. Malgré des différences dans la méthodologie utilisée, les différentes définitions mettent en évidence une diminution de la capacité

de performance [11-13]. La fatigue est un processus complexe et multifactoriel qui dépend de nombreux paramètres, mais qui se traduit par une diminution de la performance sportive. La fatigue induite par un exercice peut être définie comme une réduction de la capacité du système neuromusculaire à générer une force qui apparaît lors d'une activité soutenue [11]. Elle correspond à une réduction de la capacité à générer une force induite par l'exercice, qui peut être réduite par une période de repos [12]. Pour Edwards [13], la fatigue représente l'incapacité à maintenir une force et une puissance requises ou espérées.

Ces définitions impliquent que pour parler de fatigue, il faut observer en premier lieu une diminution de la capacité du muscle à produire une performance identique à celle réalisée au préalable. Ces définitions mettent également l'accent sur la possibilité d'atténuer la fatigue par une période de repos et de revenir aux valeurs de référence. C'est ce que nous allons aborder dans la partie suivante.

### Récupération post-exercice

La diminution de performance engendrée par un exercice peut se prolonger dans le temps [1-4]. Certaines études ont montré, après un exercice global ou sur muscle isolé, que le retour à un niveau de performance identique à celui pré-exercice pouvait prendre plusieurs jours [7,14]. Par exemple, suite à un match de football, il a été montré que trois jours de repos n'étaient pas suffisants pour permettre aux niveaux de force de revenir à leurs valeurs de référence [7]. Sur un muscle isolé, Paulsen et al. [14] ont montré qu'après la réalisation de 300 contractions excentriques, la force concentrique des muscles extenseurs du genou n'était pas revenue aux valeurs de référence après quatre jours de repos.

De nombreux facteurs influencent cette capacité à revenir aux valeurs de référence, mais ces exemples mettent en évidence la nécessité de prendre en compte cette capacité de récupération lors de la prise en charge des athlètes. Par exemple, l'effet protecteur ou la familiarisation à un exercice excentrique permet d'induire un niveau de fatigue moindre et une récupération plus rapide suite à un exercice identique [3,5]. De plus, des efforts impliquant un plus grand nombre de contractions excentriques ou pliométriques vont également entraîner un niveau de fatigue plus élevé et une récupération plus lente [3].

La récupération est définie comme étant la capacité à revenir ou à excéder sa performance lors d'une activité particulière [15]. La récupération sera complète lorsque la performance réalisée sera équivalente ou supérieure à celle réalisée avant exercice [15].

Il existe un lien étroit, une continuité entre la fatigue et la récupération et concerne une période entre deux efforts, deux séances d'entraînement et/ou deux compétitions [16]. L'objectif pour un sportif est de réduire au maximum la période nécessaire pour revenir aux valeurs de référence, il s'agit d'accélérer les cinétiques de récupération [16].

### Mécanismes et facteurs influençant la récupération

Afin d'appréhender et de comprendre la récupération post-exercice, il importe de comprendre les mécanismes physiologiques sous-jacents, au moins de manière succincte. Comme évoqué dans l'introduction, les contractions excentriques et pliométriques réalisées lors de l'exercice entraînent des dommages musculaires [1-3]. Le stress mécanique induit par les contractions excentriques et pliométriques est considéré comme étant le facteur dominant induisant des dommages musculaires [1,3]. Si le muscle est étiré au-delà de la longueur de repos, la structure de certains sarcomères va subir une déformation [17,1]. Il en résulte des dommages à l'ultrastructure du muscle, la matrice extracellulaire et probablement aux capillaires [1]. Cela correspond à un stimulus permettant une réponse inflammatoire aiguë dans le tissu musculaire [18]. Cela est caractérisé par la libération des médiateurs de l'inflammation [18]. Parmi les rôles attribués à cette réponse inflammatoire aiguë, on trouve l'élimination du tissu nécrosé ou des débris cellulaires [8]. Cela favorisera par la suite la réparation des fibres musculaires endommagées, des vaisseaux sanguins, des fibres nerveuses et de la matrice extracellulaire [8].

L'exercice constitue en lui-même un stimulus déclenchant la stimulation, la migration et l'attraction des cellules satellites vers la zone lésée du muscle [19]. Ces cellules quiescentes, c'est-à-dire dormantes, se trouvent en périphérie du muscle et vont permettre la restructuration du muscle [19]. Cela se produit soit par une fusion entre des cellules satellites et les fibres lésées (comme un pansement sur une plaie qui fusionnerait avec la peau), c'est un processus d'hypertrophie ; soit par une fusion de cellules satellites entre elles pour former de nouvelles fibres, c'est un processus d'hyperplasie [19]. Ce mécanisme permettant la réparation des dommages musculaires induits par l'exercice est stimulé par les sécrétions hormonales de testostérone, d'hormone de croissance, de facteur de croissance insulino-mimétique (Insuline-like Growth Factor-1) et de mélatonine [19]. Afin d'accélérer la récupération post-exercice, la mise en place de stratégies stimulant le processus de régénération musculaire peut être proposée (Figure 1). Dans ce cas de figure, il s'agira :

- 1) de stimuler l'action des cellules satellites par la sécrétion de différentes hormones comme la testostérone, l'hormone de croissance et l'IGF-1. Une stimulation de ce mécanisme pourrait avoir un effet accélérateur sur le processus de cicatrisation [20,21].
- 2) d'agir sur les aspects centraux. Des études ont montré qu'un état de stress pouvait ralentir la cicatrisation [22]. Ces résultats suggèrent une influence de la fonction cérébrale sur la cicatrisation. Cette influence pourrait accélérer ou ralentir la cicatrisation en fonction de l'état psychique du sujet. On peut donc supposer que l'état psychologique peut influencer la vitesse de cicatrisation musculaire.
- 3) de promouvoir les voies de signalisation de l'anabolisme

protéique. L'application de chaleur peut présenter des intérêts lors d'une utilisation chronique en période d'entraînement [14]. Une étude menée chez l'Homme a mis en évidence des effets bénéfiques d'une exposition à la chaleur sur la voie de signalisation de la protéine kinase B/cible de la rapamycine chez les mammifères (Akt/mechanistic target of rapamycin) impliquée dans l'anabolisme musculaire et une inhibition des facteurs de transcription des protéines Forkhead box O impliqués dans la signalisation du catabolisme musculaire [23].

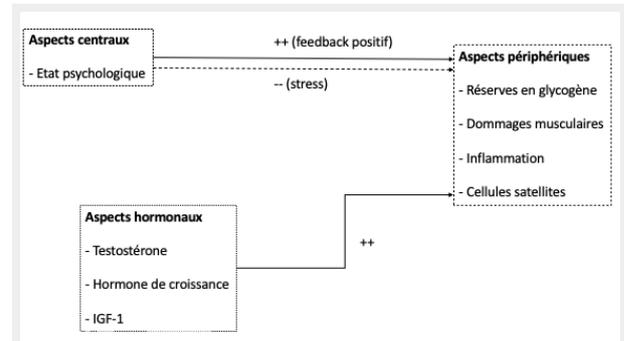


Figure 1. Représentation schématique des facteurs impliqués dans le processus de régénération musculaire. IGF-1: Insuline-like Growth Factor-1

La récupération post-exercice peut également être influencée par la disponibilité des réserves en glycogène [24]. Cet aspect traité dans un autre article de ce numéro spécial [25], n'a pas été abordé.

La récupération peut être influencée par de nombreux facteurs qu'ils soient modifiables comme les caractéristiques de l'exercice, la condition physique, et d'autres non modifiables comme l'âge ou les aspects génétiques [1,2,5] (Figure 2). Dans une tentative d'accélération de la récupération, agir sur ces facteurs pourrait permettre d'accélérer la récupération entre deux séances ou entre deux compétitions.

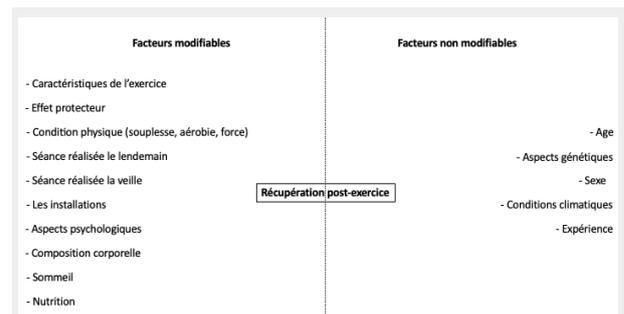


Figure 2. Facteurs pouvant influencer le processus de récupération post-exercice

## POURQUOI ACCÉLÉRER LA RÉCUPÉRATION ?

L'objectif d'un sportif est de réaliser la meilleure performance possible en compétition. Afin d'atteindre cet objectif, plusieurs séances d'entraînement par semaine sont programmées [26,27]. Les sportifs de haut niveau peuvent être exposés à un volume d'entraînement important ou à un nombre important de compétitions sur une courte période [26,27]. Par exemple, dans les sports d'endurance, le volume d'entraînement

annuel moyen des sportifs est d'environ 800 heures [26,27], ce qui représente une moyenne de 14,7 heures d'entraînement par semaine, et une moyenne de 2 heures d'entraînement par jour. Dans les sports collectifs, comme le football ou le rugby, des études ont montré que le volume d'entraînement hebdomadaire est compris entre 5 et 10 heures par semaine [28,29]. A cela s'ajoute un nombre important de compétitions lors de la saison sportive. Le nombre de matches auquel peut participer un footballeur international peut monter à 80-82 matches par saison (28 à 32 semaines avec 2 matches par semaine) [30]. Un joueur de basket évoluant dans la National Basketball Association (NBA) peut participer à 100 matches en 8 mois (3 matches par semaine, 1 match tous les deux jours) [31].

Dans ce contexte, la période entre deux séances ou deux compétitions peut être insuffisante pour récupérer complètement [30]. Si elle est équilibrée avec une période de récupération adaptée, la fatigue peut être bénéfique pour la progression de la performance pendant un programme d'entraînement [32-34]. Les athlètes présentant un état de surentraînement, avec une de récupération incomplète, peuvent voir leurs adaptations à l'entraînement limitées du fait de l'absence de surcompensation [35]. Ce phénomène est indispensable pour optimiser la performance, puisqu'il permet, entre autres, l'augmentation des réserves en glycogène de l'organisme, indispensables pour les sports de longue durée [35]. Dans le cas d'une période de récupération insuffisante, le niveau de performance diminue, il y a une augmentation du risque de surentraînement, une augmentation de l'incidence des blessures, et une augmentation du risque d'exposition à la maladie augmente à cause de l'affaiblissement du système immunitaire [32,33,34]. Une étude préliminaire de notre équipe de recherche a montré que, chez des footballeurs, se présenter en état de récupération incomplète avant une compétition augmentait le risque de blessure [30].

Étant donné qu'il existe un lien entre récupération et risque de blessure/maladie [36], un des enjeux pour les sportifs est d'accélérer la récupération entre deux entraînements ou deux compétitions. Afin d'accélérer la récupération post-exercice, des stratégies sont utilisées par les sportifs afin de limiter le niveau de fatigue [37-39]. Les stratégies utilisées, et qui ont montré leur efficacité dans la littérature scientifique, ont pour but d'agir au niveau musculaire et d'accélérer le processus de cicatrisation musculaire [39,40]. Ces stratégies sont également appliquées de manière aiguë dans les heures qui suivent la compétition ou le lendemain, et certaines stratégies comme le bain froid limitent les adaptations musculaires lorsqu'elles sont appliquées de manière chronique [41].

Lorsque le temps de repos entre deux compétitions est insuffisant pour récupérer, l'application de certaines stratégies de récupération est utile pour accélérer le retour à un meilleur niveau de performance [24]. Dans la littérature scientifique, en plus des stratégies d'optimisation de la nutrition et du sommeil, le bain froid, le bain chaud et les bas de compression sont actuellement les stratégies de récupération présentant

le plus haut niveau d'évidence scientifique quant à leur efficacité [24,42-45].

## LE JEÛNE DU RAMADAN IMPACTE-T-IL LE PROCESSUS DE RÉGÉNÉRATION MUSCULAIRE ?

De nombreux marqueurs sont utilisés afin d'évaluer la fatigue et la récupération post-exercice [46]. Alors que l'évaluation de la fonction neuromusculaire est considérée comme le marqueur le plus pertinent, certains auteurs utilisent également des marqueurs sanguins comme la créatine kinase ou la myoglobine, des marqueurs perceptifs (douleurs, perception de la fatigue, perception de la récupération), ou d'autres marqueurs de la performance (temps au sprint, détente lors d'un saut) [46]. En fonction des paramètres pris en compte, l'impact du jeûne pourrait être différent.

Au cours du mois de Ramadan, le jeûne peut avoir un impact sur les facteurs impliqués dans le processus de régénération musculaire. Le jeûne constitue une restriction alimentaire qui peut impacter la reconstitution des réserves en glycogène mais également la synthèse protéique par un apport moindre en protéines [25]. Ces aspects sont traités dans un autre article de ce numéro [25].

Pour ce qui est du processus inflammatoire, l'impact du jeûne semble être différent en fonction du sport pratiqué [47-49]. Des études ont montré que le jeûne n'impacte pas le système immunitaire post-exercice chez des bodybuilders et des judokas [47,48]. Concernant la réponse inflammatoire, celle-ci peut être accentuée dans des sports de longue durée et/ ou induisant des dommages musculaires comme la course à pied ou le judo [47,49].

Le processus de régénération musculaire est médié par l'activation des cellules satellites via la sécrétion d'hormones : la testostérone et l'hormone de croissance. En période de jeûne pendant le mois de Ramadan, au repos, le rythme circadien de l'hormone de croissance n'est pas modifié [6]. Concernant la testostérone, on observe un décalage avec une baisse des concentrations sanguines en testostérone à 7H, 13H et 19H par rapport à une situation de référence, et une augmentation de ces concentrations à 21H [6]. Suite à un exercice, il a été montré que les concentrations sanguines en testostérone augmentaient et n'étaient pas significativement différentes que ce soit cinq jours avant, sept jours et vingt-et-un jours après le début du Ramadan [49].

A notre connaissance, aucune étude ne s'est intéressée à l'impact du jeûne sur la stimulation et la prolifération des cellules satellites post-exercice. Des études sur le modèle animal suggèrent une possible augmentation de la réserve en cellules satellites couplées par une moindre prolifération suite à une période de jeûne [50]. Étant donné les différences entre les populations, il ne semble pas pertinent de transférer les résultats vers le modèle humain.

Chez les sportifs, un des intérêts est de savoir si ces modifications physiologiques ont un impact sur la récupération de la performance et de paramètres subjectifs.

## LE JEÛNE DU RAMADAN IMPACTE-T-IL LE NIVEAU DE FATIGUE ET LA RÉCUPÉRATION ?

Pour s'intéresser à l'impact du JdR sur la fatigue et la récupération post-exercice, nous avons pris pour exemple une étude de cas réalisée sur huit footballeurs [51]. L'intérêt de cette étude réside dans le fait qu'elle concerne un exercice induisant des dommages musculaires de longue durée. En effet, le but était de comparer les cinétiques de récupération de différents marqueurs de la performance mesurés avant et lors de la dernière semaine de Ramadan, suite à un match de football simulé. Les paramètres mesurés étaient : la détente lors d'un squat jump et lors d'un saut en contre-mouvement, la force maximale volontaire des quadriceps, et le temps lors d'un sprint de 20 m. Des paramètres complémentaires étaient mesurés : les concentrations sanguines en créatine kinase, le niveau de douleurs musculaires, la perception de la fatigue, du stress, et du sommeil.

Les résultats principaux de cette étude [51] ont montré un niveau de fatigue post-match plus important à la fin du mois de Ramadan pour la force et la performance en sprint. La comparaison des cinétiques de récupération, entre avant et la dernière semaine du Ramadan, montre des résultats variables en fonction des paramètres mesurés. La récupération de la détente en squat jump et la performance en sprint était meilleure respectivement à 72H et 48H post-exercice lors de la dernière semaine du Ramadan. Il n'y avait pas de différence significative entre avant et pendant le Ramadan pour la récupération de la force maximale volontaire.

Les concentrations sanguines en créatine kinase étaient plus faibles lors de la dernière semaine du Ramadan, 24H post-exercice. Les résultats des données perceptives ont montré un impact plus important du jeûne sur les douleurs, la fatigue perçue et le stress. A la fin du Ramadan, les résultats suivants ont été observés (en comparaison avec avant le Ramadan) :

- 1) les douleurs musculaires étaient plus élevées immédiatement après l'exercice, 24 et 48 heures post-exercice
- 2) la fatigue perçue était plus élevée immédiatement après l'exercice et 24 heures post-exercice
- 3) le stress était plus élevé immédiatement après l'exercice

## APPLICATIONS PRATIQUES: ACCÉLÉRER LA RÉCUPÉRATION PENDANT LE MOIS DE RAMADAN

Il est pertinent et parfois nécessaire d'adapter l'utilisation de certaines stratégies de récupération au cours du mois de Ramadan. Bien que la récupération de la performance soit peu impactée par le jeûne, le niveau de fatigue post-match et les paramètres perceptifs le sont, et il importe de prendre en compte cet aspect [51]. Les mesures des perturbations de l'humeur, du stress perçu, de la perception de la récupération sont utiles pour l'évaluation des athlètes et peuvent impacter les cinétiques de récupération après une compétition [52].

Ainsi, l'accent doit être mis sur l'utilisation de stratégies

de récupération permettant :

- 1) de stimuler le processus de régénération musculaire en stimulant les sécrétions hormonales
- 2) d'accélérer la récupération de la fonction neuromusculaire
- 3) de diminuer les douleurs musculaires, la fatigue perçue et le niveau de stress.

D'un point de vue temporel, il faudra prendre en compte deux situations : 1) lorsque plusieurs compétitions ont lieu dans la semaine (et la période entre elles est insuffisante pour totalement récupérer) ; 2) lorsqu'une seule compétition a lieu ou la semaine n'est constituée que de séances d'entraînement.

### Plusieurs compétitions ont lieu dans la semaine

Lorsque plusieurs compétitions ont lieu dans la semaine, en fonction du sport pratiqué, la période entre ces compétitions est généralement insuffisante pour assurer une récupération complète [30]. Dans ce contexte, l'utilisation de stratégies de récupération aura pour objectif de limiter le niveau de fatigue post-exercice et d'accélérer la récupération entre les compétitions [24].

Bien que de nombreuses stratégies de récupération soient utilisées par les sportifs, et sans prendre en compte le sommeil et la nutrition, les stratégies présentant le plus haut niveau d'évidence scientifique quant à leur efficacité sont le bain froid, le bain chaud et les bas de compression [53]. Il est ainsi recommandé d'immerger le corps 10 minutes dans une eau comprise entre 10 et 12°C immédiatement après la compétition comme un match en sports collectifs [53]. Cette opération pourra être répétée le lendemain de la compétition. Pour ce qui est du bain chaud, il est recommandé d'immerger le corps 10 minutes dans une eau à 41°C immédiatement après la compétition lorsque celle-ci a lieu en environnement tempéré ou froid [53]. La pression et la durée idéales des bas de compression pour optimiser la récupération ne sont pas encore connues, mais certaines études indiquent que l'utilisation des bas de compression est efficace lorsque les bas sont portés pendant 24 heures post-exercice avec une pression de 15 mmHg au niveau de la cuisse et 25 mmHg au niveau du triceps sural [43]. Les stratégies mentales de récupération sont considérées comme importantes par les athlètes. Dans une enquête, les sportifs qui utilisent au moins une technique mentale avant ou après un exercice ont déclaré considérer ces stratégies comme efficaces pour accélérer la récupération [54]. La diffusion de vidéos présentant les sportifs dans des situations de compétition positives et associées à un feedback positif de l'entraîneur favorise la sécrétion de testostérone, hormone impliquée dans le processus de régénération musculaire et l'anabolisme [21]. Cette stratégie pourrait avoir un effet bénéfique sur la récupération et les adaptations à l'entraînement [21]. Certaines techniques respiratoires permettent de réduire le stress auquel peuvent être exposés les joueurs [55]. Ma et al. [55] ont montré que la pratique d'une respiration contrôlée entraînerait une amélioration des fonctions cognitives et une diminution du niveau de stress. Stults-Kolehmainen et al. [22] se sont intéressés aux effets d'un

stress chronique sur les cinétiques de récupération suite à un exercice inducteur de dommages musculaires. Leurs résultats ont montré que les participants ayant un niveau de stress élevé présentaient une récupération de la force musculaire plus lente [22]. Ces résultats indiquent que l'utilisation de stratégies mentales pourrait accélérer la récupération post-exercice par l'intermédiaire de la diminution du niveau de stress chez les sportifs [22].

Dans le cas des sportifs sollicitant peu les membres supérieurs en compétition, la réalisation de certaines séances de musculation à une intensité sous-maximale (60-70% de la 1RM) peut permettre d'accélérer la récupération de la force [56,57].

**Une seule compétition a lieu / la semaine n'est constituée que de séances d'entraînement**

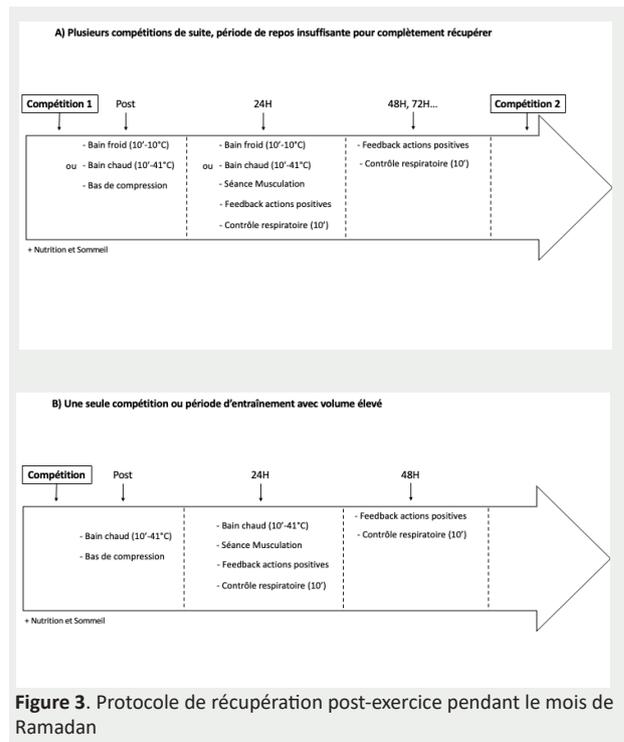
Lorsque la semaine ne comporte qu'une seule compétition, ou n'est constituée que de séances d'entraînement, un des enjeux et d'éviter l'altération des adaptations à l'entraînement. L'utilisation du bain froid a des effets délétères sur les adaptations à l'entraînement et inhibe certaines voies de signalisation de l'anabolisme protéique, il faudra donc éviter son utilisation dans ce cas de figure [41,58]. Il est recommandé d'utiliser le bain chaud lorsque la période entre deux compétitions est insuffisante pour récupérer (exemple: lorsque trois matches de foot ont lieu en une semaine) [41,58].

Pour ce qui est de l'utilisation des autres stratégies vues dans la partie précédente, leur utilisation n'est pas contre-indiquée lorsque le sportif est dans une période d'entraînement intense, aucune étude ne montre d'effet néfaste dans ce contexte. La compression induite par les bas de compression améliore le flux sanguin, la circulation périphérique et le retour veineux [59]. De plus, l'utilisation de cette stratégie de récupération permet de diminuer les œdèmes induits par l'exercice [60]. Étant donné que les effets de cette stratégie ne semblent pas être dus directement à une influence du processus de régénération musculaire, nous pouvons émettre l'hypothèse que le port de bas de compression en période d'entraînement permettrait de diminuer le niveau de fatigue sans limiter les adaptations à l'entraînement.

La figure 3 présente un protocole de récupération à utiliser lors du mois de Ramadan. A noter que ce protocole n'intègre pas l'optimisation du sommeil ou la nutrition qui sont détaillées dans d'autres articles de ce numéro spécial [25,61].

**CONCLUSION**

La pratique du JdR peut impacter certains paramètres de récupération, bien que la récupération de la performance ne semble pas être ralentie (Tableau 1). Il apparaît qu'une adaptation des stratégies de récupération pourrait permettre d'aider à maintenir une cinétique de récupération rapide que ce soit entre deux compétitions ou deux séances d'entraînement. L'utilisation d'un protocole de récupération structuré et basé sur un haut niveau d'évidence scientifique est pertinente afin de permettre au sportif de limiter son niveau de fatigue.



**Figure 3.** Protocole de récupération post-exercice pendant le mois de Ramadan

**Tableau 1.** Impact du jeûne sur la récupération et stratégies de récupération

	Une seule compétition dans la semaine (0H, 24H et 48H post-exercice)	Plusieurs compétitions dans la semaine (entre 2 compétitions)
↑↑ Douleurs 0H, 24H et 48H post-exercice	- Bain chaud (10° à 41°C) - Bas de compression	- Bain froid (10° à 10°C) ou Bain chaud (10° à 41°C)
↑↑ fatigue perçue 0H, 24H post-exercice	- Séance de musculation - Feedback positif - Contrôle respiratoire	- Bas de compression - Séance de musculation - Feedback positif - Contrôle respiratoire
↑↑ Stress 0H post-exercice		
↓ Force et sprint 0H post-exercice		
H: Heure		

**Déclaration**

L'auteur du présent article déclare n'avoir eu recours à aucun outil d'intelligence artificielle pour la rédaction, la réalisation des figures ou des tableaux.

**RÉFÉRENCES**

- Clarkson PM, Hubal MJ. Exercise-induced muscle damage in humans. *Am J Phys Med Rehabil.* 2002;81(11 Suppl):S52-69.
- Byrne C, Twist C, Eston R. Neuromuscular function after exercise-induced muscle damage: theoretical and applied implications. *Sports Med.* 2004;34(1):49-69.
- Tee JC, Bosch AN, Lambert MI. Metabolic consequences of exercise-induced muscle damage. *Sports Med.* 2007;37(10):827-36.
- Souissi A, Haddad M, Dergaa I, Ben Saad H, Chamari K. A new perspective on cardiovascular drift during prolonged exercise. *Life Sci.* 2021;287:120109.
- Howatson G, van Someren KA. The prevention and treatment of exercise-induced muscle damage. *Sports Med.* 2008;38(6):483-503.
- Roky R, Houti I, Moussamih S, Qotbi S, Aadil N. Physiological and chronobiological changes during Ramadan intermittent fasting. *Ann Nutr Metab.* 2004;48(4):296-303.

7. Silva JR, Rumpf MC, Hertzog M, Castagna C, Farooq A, Girard O et al. Acute and Residual soccer match-related fatigue: A systematic review and meta-analysis. *Sports Med.* 2018;48(3):539-583.
8. Cannon JG, St Pierre BA. Cytokines in exertion-induced skeletal muscle injury. *Mol Cell Biochem.* 1998;179(1-2):159-67.
9. Smith LL, Anwar A, Fragen M, Rananto C, Johnson R, Holbert D. Cytokines and cell adhesion molecules associated with high-intensity eccentric exercise. *Eur J Appl Physiol.* 2000;82(1-2):61-7.
10. Suzuki K, Nakaji S, Yamada M, Totsuka M, Sato K, Sugawara K. Systemic inflammatory response to exhaustive exercise. *Cytokine kinetics. Exerc Immunol Rev.* 2002;8:6-48.
11. Bigland-Ritchie B, Johansson R, Lippold OC, Smith S, Woods JJ. Changes in motoneuron firing rates during sustained maximal voluntary contractions. *J Physiol.* 1983;340:335-46.
12. Gandevia SC. Spinal and supraspinal factors in human muscle fatigue. *Physiol Rev.* 2001;81(4):1725-89.
13. Edwards, RTH. Biochemical bases of fatigue in exercise performance: catastrophe theory of muscular fatigue. *Biochemistry of exercise* VHG Knuttgen, JA Vogel and JR Poortmans. Champaign, Human Kinetics Publ. 1983:3-28.
14. Paulsen G, Crameri R, Benestad HB, Fjeld JG, Mørkrid L, Hallén J, et al. Time course of leukocyte accumulation in human muscle after eccentric exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2010;42(1):75-85.
15. Bishop PA, Jones E, Woods AK. Recovery from training: a brief review: brief review. *J Strength Cond Res.* 2008;22(3):1015-24.
16. Kellmann M, Bertollo M, Bosquet L, Brink M, Coutts AJ, Duffield R, et al. Recovery and performance in sport: consensus statement. *Int J Sports Physiol Perform.* 2018;13(2):240-245.
17. Armstrong RB, Warren GL, Warren JA. Mechanisms of exercise-induced muscle fibre injury. *Sports Med.* 1991;12(3):184-207.
18. Malm C. Exercise-induced muscle damage and inflammation: fact or fiction? *Acta Physiol Scand.* 2001;171(3):233-9.
19. Hawke, TJ, and Garry, DJ. Myogenic satellite cells: physiology to molecular biology. *J Appl Physiol.* 2001;91:534-51.
20. Crewther BT, Cook C, Cardinale M, Weatherby RP, Lowe T. Two emerging concepts for elite athletes: the short-term effects of testosterone and cortisol on the neuromuscular system and the dose-response training role of these endogenous hormones. *Sports Med.* 2011;41(2):103-23.
21. Crewther BT, Cook CJ. Effects of different post-match recovery interventions on subsequent athlete hormonal state and game performance. *Physiol Behav.* 2012;106(4):471-5.
22. Stults-Kolehmainen MA, Bartholomew JB, Sinha R. Chronic psychological stress impairs recovery of muscular function and somatic sensations over a 96-hour period. *J Strength Cond Res.* 2014;28(7):2007-17.
23. Ihsan M, Deldicque L, Molphy J, Britto F, Cherif A, Racinais S. Skeletal muscle signaling following whole-body and localized heat exposure in humans. *Front Physiol.* 2020; 11:839.
24. Nédélec M, McCall A, Carling C, Legall F, Berthoin S, Dupont G. Recovery in soccer : part ii-recovery strategies. *Sports Med.* 2013;43(1):9-22.
25. Trabelsi K, Morillas Pedreno JJ, Bertrand C, Chalabi H, Chamari K. Nutritional strategies for fasting athletes during Ramadan. *Tunis Med.* 2025; 103(7):907-916. DOI: 10.62438/tunismed.v103i7.5826
26. Tønnessen E, Sylta Ø, Haugen TA, Hem E, Svendsen IS, Seiler S. The road to gold: training and peaking characteristics in the year prior to a gold medal endurance performance. *PLoS One.* 2014;9(7):e101796.
27. Cejuela R, Sellés-Pérez S. Road to Tokyo 2020 Olympic Games: training characteristics of a world class male triathlete. *Front Physiol.* 2022;13:835705.
28. Elferink-Gemser MT, Huijgen BC, Coelho-e-Silva M, Lemmink KA, Visscher C. The changing characteristics of talented soccer players--a decade of work in Groningen. *J Sports Sci.* 2012;30(15):1581-91.
29. Ekstrand J, Healy JC, Waldén M, Lee JC, English B, Hägglund M. Hamstring muscle injuries in professional football: the correlation of MRI findings with return to play. *Br J Sports Med.* 2012;46(2):112-7.
30. Delaval B, Abaidia AE, Delecroix B, Le Gall F, McCall A, Ahmaidi S, et al. Recovery during a congested schedule and injury in professional football. *Int J Sports Physiol Perform.* 2022;17(9):1399-1406.
31. Davis JK, Oikawa SY, Halson S, Stephens J, O'Riordan S, Luhrs K, et al. In-season nutrition strategies and recovery modalities to enhance recovery for basketball players: a narrative review. *Sports Med.* 2022;52(5):971-993.
32. Kenttä G, Hassmén P. Overtraining and recovery. a conceptual model. *Sports Med.* 1998;26(1):1-16.
33. Dupont G, Nedelec M, McCall A, McCormack D, Berthoin S, Wisløff U. Effect of 2 soccer matches in a week on physical performance and injury rate. *Am J Sports Med.* 2010; 38:1752-58.
34. Schwellnus M, Soligard T, Alonso JM, Bahr R, Clarsen B, Dijkstra HP, et al. How much is too much? (Part 1) International Olympic Committee consensus statement on load in sport and risk of injury. *Br J Sports Med.* 2016;50(17):1030-41.
35. Bellinger P. Functional Overreaching in Endurance Athletes: A Necessity or Cause for Concern? *Sports Med.* 2020;50(6):1059-1073.
36. Horgan BG, Drew MK, Halson SL, Piromalli LE, Drinkwater EJ, Chapman DW, et al. Impaired recovery is associated with increased injury and illness: A retrospective study of 536 female netball athletes. *Scand J Med Sci Sports.* 2021;31(3):691-701.
37. Bahnert A, Norton K, Lock P. Association between post-game recovery protocols, physical and perceived recovery, and performance in elite Australian Football League players. *J Sci Med Sport.* 2013;16(2):151-6.
38. Venter RE. Perceptions of team athletes on the importance of recovery modalities. *Eur J Sport Sci.* 2014;14 Suppl 1:S69-76.
39. Ihsan M, Watson G, Abbiss CR. What are the physiological mechanisms for post-exercise cold water immersion in the recovery from prolonged endurance and intermittent exercise? *Sports Med.* 2016;46(8):1095-109.
40. Dupuy O, Douzi W, Theurot D, Bosquet L, Dugué B. An evidence-based approach for choosing post-exercise recovery techniques to reduce markers of muscle damage, soreness, fatigue, and inflammation: a systematic review with meta-analysis. *Front Physiol.* 2018;9:403.
41. Yamane M, Ohnishi N, Matsumoto T. Does regular post-exercise cold application attenuate trained muscle adaptation? *Int J Sports Med.* 2015;36(8):647-53.
42. Poppendieck W, Faude O, Wegmann M, Meyer T. Cooling and performance recovery of trained athletes: a meta-analytical review. *Int J Sports Physiol Perform.* 2013;8(3):227- 42.
43. Brown F, Gissane C, Howatson G, van Someren K, Pedlar C, Hill J. Compression garments and recovery from exercise: a meta-analysis. *Sports Med.* 2017;47(11):2245-2267.
44. Sautillet B, Bourdillon N, Millet GP, Billaut F, Hassar A, Moufti H, et al. Hot but not cold water immersion mitigates the decline in rate of force development following exercise-induced muscle damage. *Med Sci Sports Exerc.* 2024;56(12):2362-2371
45. Boujezza H, Sghaier A, Ben Rejeb M, Gargouri I, Latiri I, Ben Saad H. Effects of cold water immersion on aerobic capacity and muscle strength of young footballers. *Tunis Med.* 2018;96(2):107-112.
46. Warren GL, Lowe DA, and Armstrong RB. Measurement tools used in the study of eccentric contraction-induced injury. *Sports Med.* 1999;27(1):43-59.
47. Chaouachi A, Coutts AJ, Wong del P, Roky R, Mbazaa A, Amri M, et al. Haematological, inflammatory, and immunological responses in elite judo athletes maintaining high training loads during Ramadan. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2009;34(5):907-15.
48. Trabelsi K, Stannard SR, Maughan RJ, Jammoussi K, Zeghal K, Hakim A. Effect of resistance training during Ramadan on body composition and markers of renal function, metabolism, inflammation, and immunity in recreational bodybuilders. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2012;22(4):267-75.
49. Chennaoui M, Desgorces F, Drogou C, Boudjemaa B, Tomaszewski A, Depiesse F, et al. Effects of Ramadan fasting on physical performance and metabolic, hormonal, and inflammatory parameters in middle-distance runners. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2009;34(4):587-94.
50. Moore DT, Ferket PR, Mozdziaik PE. Early post-hatch fasting induces satellite cell self-renewal. *Comp Biochem Physiol A Mol Integr*

- Physiol. 2005;142(3):331-9.
51. Bouzid MA, Abaïdia AE, Bouchiba M, Ghattassi K, Daab W, Engel FA, et al. Effects of Ramadan fasting on recovery following a simulated soccer match in professional soccer players: a pilot study. *Front Physiol.* 2019;10:1480.
  52. Saw AE, Main LC, Gastin PB. Impact of sport context and support on the use of a self-report measure for athlete monitoring. *J Sports Sci Med.* 2015;14(4):732-9.
  53. Abaïdia A-E, Dupont G. Recovery strategies for football players. *SSEM* 2018;66 (4), 28–36.
  54. Keilani M, Hasenöhrl T, Gartner I, Krall C, Fürnhammer J, Cenik F, et al. Use of mental techniques for competition and recovery in professional athletes. *Wien Klin Wochenschr.* 2016;128(9-10):315-9.
  55. Ma X, Yue ZQ, Gong ZQ, Zhang H, Duan NY, Shi YT, et al. The effect of diaphragmatic breathing on attention, negative affect and stress in healthy adults. *Front Psychol.* 2017;8:874.
  56. Abaïdia AE, Delecroix B, Leduc C, Lamblin J, McCall A, Baquet G, et al. Effects of a strength training session after an exercise inducing muscle damage on recovery kinetics. *J Strength Cond Res.* 2017;31(1):115-125.
  57. Bartolomei S, Totti V, Nigro F, Ciacci S, Semprini G, Michele RD, et al. A Comparison between the recovery responses following an eccentrically loaded bench press protocol vs. regular loading in highly trained men. *J Hum Kinet.* 2019;68:59-67.
  58. Roberts LA, Raastad T, Markworth JF, Figueiredo VC, Egner IM, Shield A, et al. Post-exercise cold water immersion attenuates acute anabolic signalling and long-term adaptations in muscle to strength training. *J Physiol.* 2015;593(18):4285-301.
  59. O'Riordan SF, Bishop DJ, Halson SL, Broatch JR. Do sports compression garments alter measures of peripheral blood flow? A systematic review with meta-analysis. *Sports Med.* 2023;53(2):481-501.
  60. Brown FCW, Hill JA, Pedlar CR. Compression garments for recovery from muscle damage: evidence and implications of dose responses. *Curr Sports Med Rep.* 2022;21(2):45-52.
  61. Trabelsi K, Romdhani M, Morillas Pedreno JJ, Bertran C, Jahrami H, Chamari K. Assessment of hydration status and sleep in athletes during ramadan month. *Tunis Med.* 2025; 103(7): 917-927. DOI: 10.62438/tunismed.v103i7.5828