

Comment optimiser ses capacités physiques par la nutrition ?

RÉSUMÉ

Les besoins nutritionnels du sportif diffèrent de ceux d'une personne sédentaire de même âge. La pratique régulière d'une activité sportive augmente les besoins en macro- et micronutriments dans des proportions que l'on commence à bien déterminer. La question la plus importante est de savoir si ces besoins spécifiques sont couverts par une alimentation variée et équilibrée, ou si sont nécessaires :

- un soutien nutritionnel et diététique adapté et/ou
- le recours à des compléments alimentaires.

Le but de cet article est d'identifier les grandes spécificités des besoins nutritionnels du sportif et de clarifier le rôle des multiples compléments alimentaires aujourd'hui sur le marché (rôles nutritionnels, ou sur les performances).

Xavier BIGARD

Le professeur Xavier Bigard est médecin de formation. Après quelques années d'exercice de la médecine dans des conditions particulières (médecine de brousse, soutien médical d'expéditions himalayennes, suivi de sportifs de haut niveau, etc.) il décide de changer d'orientation et de se former à la recherche en physiologie. Il développe des recherches qui traitent des réponses de l'Homme exposé aux conditions extrêmes, en se centrant sur la physiologie de l'exercice, les réponses musculaires et les recommandations nutritionnelles qui, dans ces circonstances, permettent d'assurer le maintien des performances physiques et mentales.

Il est actuellement professeur agrégé du Val-de-Grâce, titulaire de la chaire de recherche appliquée aux armées, et directeur scientifique de l'institut de recherche biomédicale des armées.

Conférence du 16 mars 2010

La Lettre Scientifique de l'IFN engage la seule responsabilité de son auteur.



Pour l'ensemble de la population active comme pour les sportifs de haut niveau, la réussite en compétition, tout comme les bénéfices tirés de l'entraînement physique sont très largement multifactoriels ; parmi tous les facteurs qui rendent compte de l'optimisation des capacités physiques, la nutrition joue un rôle tout particulier. Les apports alimentaires contribuent à l'expression des capacités physiques du sportif, et ce à différents niveaux. Le mode nutritionnel est en effet important à tous les temps de la préparation physique du professionnel comme de l'amateur, pendant les différentes phases d'entraînement, mais aussi à l'approche des compétitions, pendant celles-ci et durant toute la période de récupération. De plus, la nutrition impacte les performances soit en assurant la disponibilité en substrats énergétiques et le maintien de l'homéostasie de l'organisme, soit par le biais de certains macro- ou micronutriments aux effets potentiellement ergogéniques ; on est dans ce cas, aux confins de la finalité de la nutrition. Enfin, le rôle joué par la nutrition doit être envisagé suivant les grandes catégories de sports, les problèmes nutritionnels étant fort différents suivant que l'on s'adresse à des sportifs adeptes de sports de longue durée (disciplines d'endurance) ou de force-puissance (disciplines de force ou de vitesse). En définitive, la richesse de cette question tient à toutes ces particularités qu'il est illusoire de vouloir détailler ici de manière exhaustive ; nous nous limiterons à évoquer certaines de ces particularités par des exemples concrets, en excluant volontairement de l'exposé l'impact des interactions nutrition - activité physique sur la santé.

1. NUTRITION ET OPTIMISATION DES PERFORMANCES EN ENDURANCE

Au cours des disciplines d'endurance, les questions nutritionnelles posées concernent principalement la disponibilité en substrats énergétiques (macronutriments fournisseurs d'énergie chimique) et le maintien de l'équilibre hydro-minéral.

1.1. Dans ces circonstances d'exercice, la disponibilité en substrats utilisables par les mitochondries est essentielle au maintien de la contraction musculaire ; c'est là l'un des facteurs essentiels à la réussite sportive, et ce quel que soit le niveau de pratique. Le maintien de la contraction musculaire et d'un travail physique nécessitent à l'échelle cellulaire, une resynthèse permanente d'ATP, molécule indispensable à la conversion d'énergie chimique en énergie mécanique. Au sein des fibres musculaires, et dans ces conditions d'exercice physique, l'énergie nécessaire à la resynthèse d'ATP dérive majoritairement de l'oxydation du glucose ou des acides gras. L'une des particularités importantes de la bioénergétique musculaire est que la nature des substrats oxydés (glucose ou acide gras) varie

avec la puissance de l'exercice (Figure 1). En effet, plus la puissance de l'exercice augmente, et plus l'organisme devient dépendant de la disponibilité en glucose (Brooks et Mercier, 1994), alors que les réserves de l'organisme sont nécessairement limitées. Les réserves en glucose sous forme de glycogène sont en effet très limitées (glycogène musculaire, 250-400 g, et hépatique ~100 g) alors que les réserves en acides gras de l'organisme correspondent à plus 100 000 kcal (chez l'homme de corpulence normale), suffisamment de quoi parcourir plusieurs marathons sans apport énergétique.

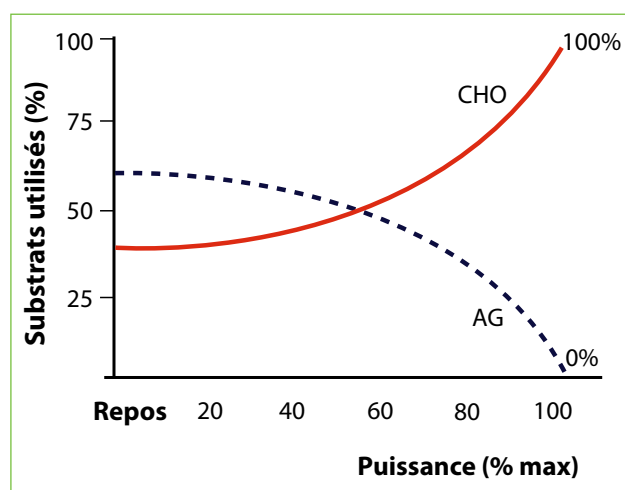


Figure 1 : Relation entre la puissance relative d'un exercice et le type de substrat oxydé. Plus la puissance de l'exercice augmente, plus l'organisme devient dépendant de la présence de glucose pour fournir de l'énergie nécessaire à la contraction musculaire (d'après Brooks et Mercier, 1994)

Les conséquences nutritionnelles de ce constat sont de deux ordres. La première c'est d'envisager des stratégies susceptibles de décaler vers la droite le point de croisement d'utilisation des substrats représenté sur la figure 1, de manière à augmenter la capacité d'utilisation des acides gras pour une puissance d'exercice donnée. La seconde conséquence, c'est de considérer que l'un des facteurs limitants de la performance est la disponibilité en glucose, puisqu'au delà d'une certaine puissance d'exercice, le substrat utilisé de manière préférentielle sera le glucose. Cette interprétation a largement été validée par le passé au cours de multiples expérimentations qui ont toutes largement démontré que dans les jours qui précèdent une épreuve de longue durée, la qualité de la ration, et les réserves musculaires en glycogène étaient des déterminants de la performance réalisée (Hultman, 1978) (Figure 2). C'est ainsi que l'un des objectifs de la préparation nutritionnelle à l'approche d'une épreuve de longue distance, c'est d'optimiser les réserves musculaires et hépatiques en glycogène. Ce dernier objectif est facilement accessible par un plan nutritionnel quali-

taf adéquat dans les jours qui précèdent la compétition ; c'est ce qui s'est autrefois traduit par le régime dissocié scandinave, et qui maintenant se résume à un régime riche en glucides (à fort et faible index glycémique) à l'approche de la compétition (Guezennec, 2007).

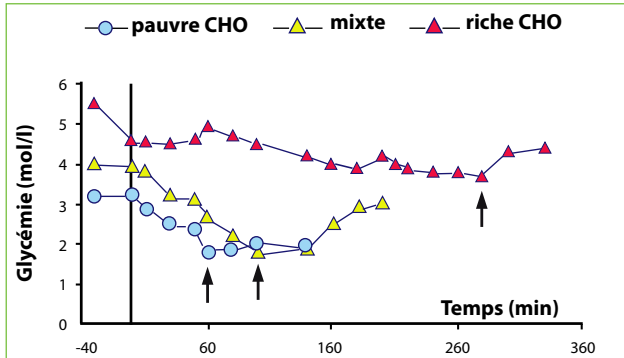


Figure 2 : Variations de la glycémie et du temps maximal de maintien d'un exercice sous-maximal, à la suite de 3 stratégies nutritionnelles différentes (régimes pauvre, mixte ou riche en glucides, CHO). Les temps de maintien sont matérialisés par les flèches verticales (d'après Hultman, 1978)

1.2. La disponibilité en glucose pendant l'exercice

devient vite un facteur limitant. L'épuisement régulier des réserves musculaires en glycogène rend le muscle de plus en plus dépendant de l'apport de glucose par le courant sanguin. Le glucose circulant est maintenu à concentration stable grâce à la production hépatique de glucose (glycogénolyse et néoglucogenèse), mais aussi par l'apport exogène qui devient rapidement un élément déterminant.

L'apport de glucose ou de glucides par voie orale n'est indiqué qu'au delà de 90 minutes d'exercice. Dans ce contexte, il est toujours préférable d'utiliser l'eau comme vecteur d'apport des glucides, pour différentes raisons, dont le confort digestif et ventilatoire, surtout pour les épreuves de course à pieds. On réalise ainsi un apport combiné glucides-eau, utile pour l'apport en substrats énergétiques et le maintien de l'équilibre hydrominéral. On touche ici, en parallèle des besoins en apport énergétique, au maintien nécessaire de l'homéostasie hydro-minérale. L'efficacité de la réhydratation dépend de la quantité de liquide ingérée, mais également de sa composition, alors que l'apport en glucides, non seulement apporte des substrats énergétiques, mais aussi favorise l'absorption de l'eau.

La bonne stratégie d'hydratation doit tenir compte du type d'épreuve sportive (intensité, durée), des conditions climatiques ambiantes (température, humidité relative, charge radiante, vent), et des caractéristiques individuelles (niveau d'entraînement physique et d'acclimatement à la chaleur,

tolérance et appétence aux boissons). En pratique, il faut répondre à trois questions :

- quand boire ? Il convient de boire avant l'épreuve, afin de l'aborder dans un parfait état de normohydratation ; pendant l'épreuve sportive, avant l'apparition de la soif (qui n'est pas un bon critère du niveau d'hydratation), il faudra préconiser la prise de boisson, de façon régulière tout au long de celui-ci ; enfin, après l'épreuve sportive, de façon à restaurer *ad integrum* son capital hydrique dans les meilleurs délais, et d'assurer un apport énergétique substantiel afin de reconstituer les réserves musculaires.
- quoi boire ? L'équilibre entre l'eau, les électrolytes et les hydrates de carbone doit être géré en fonction de la durée, de l'intensité de l'exercice, et surtout des conditions climatiques ambiantes. En effet, la composition idéale de la boisson est essentiellement dépendante de la notion de priorité qu'il y a lieu de donner entre les besoins en substrats et la compensation des pertes liquidiennes (Figure 3). Lorsque l'apport énergétique est à privilégier (épreuves de longue durée en climat modéré, sans déperdition hydrique importante), il faudra choisir une boisson à concentration relativement élevée en glucides, mais essentiellement à base de sucrose, maltose ou maltodextrines de façon à garder l'osmolarité inférieure à 330 mosmol/l. A l'inverse, si la priorité est donnée à l'apport en eau (épreuves en ambiance climatique chaude), la boisson devra comporter 30 à 40 g/l de glucides (Figure 3) (Brouns, 1993).

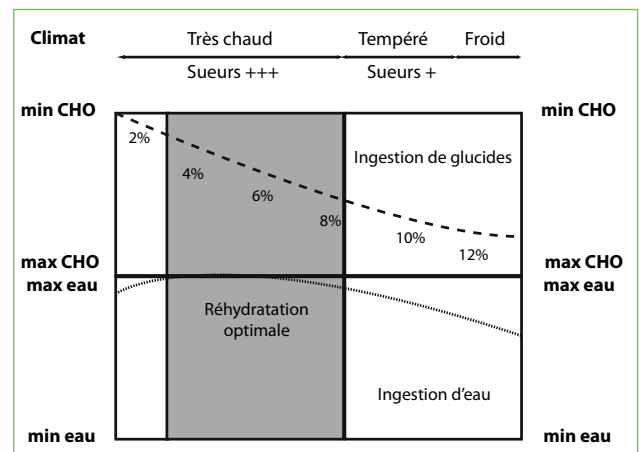


Figure 3 : Modélisation du choix de la composition de la boisson en fonction des conditions ambiantes. La partie supérieure de la figure concerne les apports en glucides (CHO), tandis que la partie inférieure concerne l'ingestion d'eau. En ambiance chaude, la partie gauche de la figure indique qu'il faut privilégier l'ingestion d'eau, avec de faibles concentrations d'hydrates de carbone. Plus l'ambiance est fraîche, plus il faut se déplacer vers la partie droite de la figure, et diminuer l'apport en eau tout en augmentant la concentration en glucides, de façon à favoriser les apports énergétiques (d'après Brouns, 1993)

- comment boire ? le volume à ingérer devrait être calculé de façon à compenser totalement les pertes, et fractionné en apports répétés toutes les 20 minutes. Il faut remarquer toutefois qu'il n'est pas toujours aisé de respecter de telles recommandations, le régime ventilatoire au cours de l'exercice gênant considérablement l'ingestion. D'autre part, certaines activités physiques ont une gestuelle qui ne permet qu'une réhydratation très partielle : c'est à l'évidence le cas de la course à pied, au cours de laquelle un certain niveau de déshydratation apparaît inéluctable. Il doit toutefois être limité par l'apprentissage de la prise de boisson et le choix judicieux de celle-ci, au cours des séances d'entraînement.

1.3. La reconstitution des réserves en glycogène pendant la phase de récupération. La resynthèse de glycogène dans les suites d'exercices physiques prolongés et épuisants est fondamentale, surtout au cours des activités sportives à étapes (raids en montagne, randonnées cyclistes, épreuves enchaînées sur plusieurs jours, etc.) où la vitesse de reconstitution des réserves en glucose devient un facteur déterminant de la performance. C'est un processus lent qui dépend de nombreux facteurs dont le niveau de déplétion initial en glycogène, mais aussi et surtout la qualité de l'apport nutritionnel pendant la phase de récupération. La vitesse de resynthèse du glycogène est liée à la quantité de glucides ingérée et au type de sucre ; les sucres à index glycémique élevé sont à privilégier dans toutes les situations où l'on a pour objectif d'assurer une resynthèse rapide (Burke et coll., 1993). L'horaire de consommation du premier repas qui suit l'arrêt de l'épreuve, ainsi que la fréquence d'ingestion, sont des facteurs importants afin de raccourcir les délais de resynthèse du glycogène musculaire et hépatique. Plus récemment, des stratégies nutritionnelles spécifiques ont été proposées afin de favoriser la reconstitution rapide des réserves en glycogène. C'est ce qui a conduit à proposer des boissons glucido-protéiques dont l'objectif était d'augmenter les réponses insuliniques et de favoriser ainsi la mise en réserve des glucides ingérés. L'efficacité de telles boissons est assez variable suivant les études, en fonction du niveau de déplétion initial, de la séquence des prises et de la quantité consommée ; cependant, les résultats obtenus au cours de certaines études sont très encourageants et permettent de penser que dans certaines circonstances d'exercice physique, ce type de boisson peut favoriser la vitesse de resynthèse du glycogène (Ivy et coll., 2002) (Figure 4).

2. NUTRITION ET OPTIMISATION DES PERFORMANCES EN FORCE-PUISSANCE

Dans ce type de disciplines (les courses explosives, les sports de force, toutes les disciplines qui requièrent de la puissance), les apports nutritionnels doivent répondre

à d'autres objectifs qui concernent le développement et l'entretien de la masse musculaire. Les questions posées concernent principalement les relations qui existent entre les apports protéiques dans la ration alimentaire et le développement de la masse musculaire à l'entraînement.

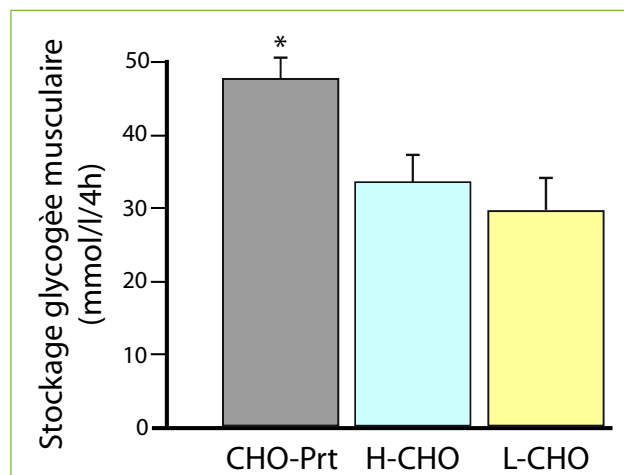


Figure 4 : Resynthèse glycogénique après un exercice épuisant et consommation de solutés riches (108 g, H-CHO) ou moyennement chargés en glucides (80 g, L-CHO), ou comportant une association glucides-protéines (80 g - 28 g, CHO-Prt). *, différence avec les boissons CHO, $P < 0,05$ (d'après Ivy et coll., 2002)

2.1. Apports protéiques et masse musculaire. Après de très nombreuses années de recherche, il est maintenant clairement établi que les apports protéiques de la ration alimentaire jouent un rôle dans le contrôle de la masse alimentaire, mais sûrement pas dans une relation quantitative. En effet, les apports en protéines doivent être nécessairement ajustés aux besoins de synthèse des protéines musculaires, mais sans excès, faute de quoi les composés azotés excédentaires sont systématiquement éliminés (Bigard, 2007). Les apports protéiques sont déterminants afin d'assurer la parfaite disponibilité en acides aminés nécessaires pour assurer le flux de synthèse de protéines musculaires ; ce sont bien ces flux de synthèse, modulés par la pratique de séances de musculation qui créent le besoin en acides aminés ; les besoins doivent être couverts par l'apport alimentaire, soit sous forme d'aliments naturels, soit sous forme de compléments protéiques spécifiques.

L'apport protéique doit être couplé à un apport glucidique. Il existe en effet un couple indissociable de macronutriments, nécessaire pour assurer les resynthèses protéiques en récupération de séances de musculation, c'est la combinaison glucides-protéines (Levenhagen et coll., 2002) (Figure 5).

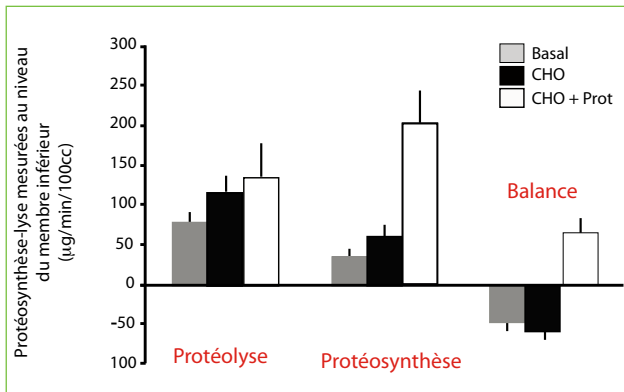


Figure 5 : Importance des boissons glucido-protéiques afin de favoriser les resynthèses de protéines musculaires. Basal = absence de prise de boisson, CHO = boisson glucidique, CHO + Prot = association glucides-protéines (d'après Levenhagen et coll., 2002)

Cette combinaison est rendue nécessaire par le besoin en énergie rapidement disponible afin d'assurer les processus de synthèse. Par contre, cet apport glucido-protéique doit être réalisé dans les suites immédiates des séances d'entraînement. C'est en effet dans la période de récupération précoce des séances que doit se situer l'apport en protéines, au moment où les flux de resynthèses musculaires sont les plus élevés (Levenhagen et coll., 2001) (Figure 6).

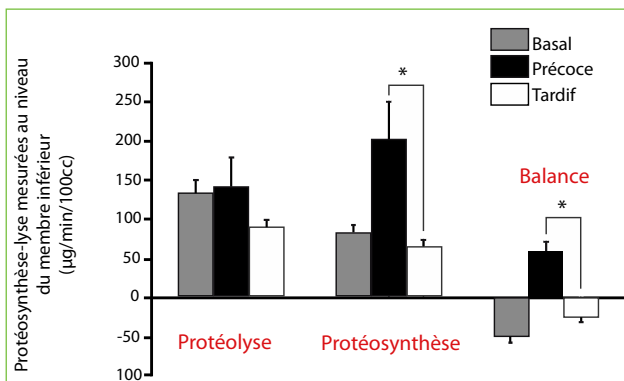


Figure 6 : Effets de l'horaire d'apport d'une solution mixte glucido-protéique (10 g prot, 8 g CHO, 3 g lipides) sur les synthèses protéiques spécifiquement musculaires. La solution est apportée précocement ou tardivement après la fin de la séance d'entraînement (d'après Levenhagen et coll., 2001)

2.2. Autres facteurs nutritionnels déterminants pour les performances en force-puissance. Compte tenu des spécificités des séances d'entraînement en musculation (salles fermées, épuisement glycogénique musculaire assez rapide), il est important de toujours veiller aux apports hydriques et à la reconstitution des réserves musculaires en glucides. Comme pour les sports d'endurance, la nutrition joue à cet égard un rôle fondamental, pas toujours bien

intégré par ces catégories de sportifs dont le seul objectif est le gain de masse musculaire. Il est évident que le maintien d'une bonne homéostasie hydro-minérale par la prise régulière de boissons, de même qu'une bonne récupération des réserves glycogéniques musculaires par alimentation adaptée en qualité et en cinétique d'apport, contribuent pleinement à une parfaite expression des capacités intrinsèques du sportif.

3. NUTRITION ET AIDES ERGOGÉNIQUES

Les questions posées par les aides ergogéniques nutritionnelles sont nombreuses et complexes. Elles ont justifié une mise au point récente du collège américain de médecine du sport (ACSM) (2009).

Le point commun de tous ces composés est que leur utilisation n'est pas justifiée par des motifs nutritionnels de couverture des besoins, mais bien par des effets attendus sur les performances sportives. Parmi tous ces composés, certains répondent assez bien aux allégations proposées ; ce sont par exemple la caféine, la créatine, les gels hyper-énergétiques et certains compléments protéiques. Il existe par contre des substances dont l'efficacité reste largement discutée ; enfin, une très grande majorité de compléments alimentaires à finalité ergogénique n'ont jamais fait preuve de leur efficacité au regard de leurs allégations ; c'est le cas des acides aminés à chaîne ramifiée, de la carnitine, du coenzyme Q10, du ginseng, etc.

Vis-à-vis de toutes ces substances, l'attitude des nutritionnistes doit être très rigoureuse. Il s'agit dans un premier temps de vérifier les allégations en analysant la littérature scientifique existante, en prêtant attention à la rigueur des protocoles expérimentaux. Le second niveau d'analyse repose sur la sécurité d'emploi de ces produits, vis à vis de l'état de santé des sportifs, mais aussi, vis à vis des autorités internationales de lutte contre le dopage (Agence Mondiale Antidopage) ; certains compléments alimentaires achetés sur certains sites internet étant en effet volontairement « contaminés » par des substances reconnues pour leurs propriétés anabolisantes.

CONCLUSION

Le domaine de la nutrition est toujours un domaine scientifique de grande importance en milieu sportif professionnel ou amateur. Les règles conventionnelles de nutrition, tant quantitatives que qualitatives sont maintenant assez bien établies. L'émergence de multiples compléments nutritionnels à visée ergogénique (et non pas nutritionnelle) amène à se poser de nombreuses questions de sécurité d'emploi qui incitent à la prudence, en l'absence de règlements internationaux efficaces.

RÉFÉRENCES

American Dietetic Association; Dietitians of Canada; American College of Sports Medicine, Rodriguez NR, Di Marco NM, Langley S. American College of Sports Medicine position stand. Nutrition and athletic performance. *Med Sci Sports Exerc.* 2009, 41, 709-31.

Bigard AX. Apports en protéines et Exercices. In *Nutrition du Sportif*, Bigard AX, Guezennec CY, Collection « Sport ». Masson éditeurs, Paris, 2007, 235 pages.

Brooks GA, Mercier J. Balance of carbohydrate and lipid utilization during exercise: the «crossover» concept. *J Appl Physiol.* 1994, 76, 2253-61.

Brouns F. Nutritional needs for athletes. John Wiley & Sons, Chichester, 1993, 68 pages.

Burke LM, Collier GR, Hargreaves M. Muscle glycogen storage after prolonged exercise: effect of the glycemic index of carbohydrate feedings. *J Appl Physiol.* 1993, 75, 1019-23.

Guezennec CY. Nutrition glucidique et exercice musculaire. In *Nutrition du Sportif*, Bigard AX, Guezennec CY, Collection « Sport ». Masson éditeurs, Paris, 2007, 235 pages.

Hultman, E. Liver as a glucose supplying source during rest and exercise with special reference to diet. In: Parizkova J., Rogozkin V.A., eds. *Nutrition, physical fitness and health*. Baltimore: University Park Press. 1978, 9-30.

Ivy JL, Goforth HW Jr, Damon BM, McCauley TR, Parsons EC, Price TB. Early postexercise muscle glycogen recovery is enhanced with a carbohydrate-protein supplement. *J Appl Physiol.* 2002, 93, 1337-44.

Levenhagen DK, Carr C, Carlson MG, Maron DJ, Borel MJ, Flakoll PJ. Postexercise protein intake enhances whole-body and leg protein accretion in humans. *Med Sci Sports Exerc.* 2002, 34, 828-37.

Levenhagen DK, Gresham JD, Carlson MG, Maron DJ, Borel MJ, Flakoll PJ. Postexercise nutrient intake timing in humans is critical to recovery of leg glucose and protein homeostasis. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2001, 280, E982-93.



Institut Français pour la Nutrition, 71 avenue Victor Hugo, 75116 PARIS

Tél. : 01 45 00 92 50, Fax : 01 40 67 17 76

Institut.nutrition@ifn.asso.fr