

Oded Bar-Or, M.D., *Children's Exercise & Nutrition Centre, Université McMaster, Hamilton, Ontario*

POINTS CLÉS

- Pour favoriser la croissance et le développement, l'apport quotidien en protéines par unité de poids corporel doit être plus élevé chez les enfants que chez les adultes, mais il n'est pas certain que les enfants athlètes aient besoin d'une plus grande quantité de protéines que les non-athlètes pour leur permettre de grandir et de se développer normalement ainsi que de réaliser des performances optimales.
- Les enfants ont besoin d'une plus grande quantité d'énergie que les adolescents ou les adultes durant les activités sportives où il faut marcher ou courir et possiblement durant d'autres activités.
- Comparativement aux adultes, les enfants et les adolescents utilisent une plus grande quantité de lipides et moins de glucides durant un exercice prolongé.
- Il faut faire particulièrement attention afin de prévenir la déshydratation volontaire chez les enfants qui font de l'exercice par temps chaud et humide. Pour les encourager à boire davantage, la boisson qui leur est servie doit avoir bon goût or être agréable au goût et contenir du glucose et de petites quantités de chlorure de sodium.

INTRODUCTION

Comme les adultes, les enfants athlètes ont besoin d'une alimentation adéquate pour rester en bonne santé et optimiser leur performance. Leur alimentation doit servir à leur croissance et à leur développement, ce qui n'est pas le cas pour les adultes. La présente étude ne vise pas à examiner le caractère adéquat de l'apport nutritionnel chez les jeunes athlètes ni leurs habitudes alimentaires. Pour en savoir plus long sur ces questions, veuillez consulter les travaux de Nelson-Steen (1996) et de Loosli et Benson (1990), ainsi que les articles portant sur les jeunes gymnastes (Benardot et coll., 1989; Ersoy, 1991), les coureurs (Schemmel et coll., 1988), les patineurs artistiques (Delistraty et coll., 1992; Ziegler et coll., 1998) et les lutteurs (Schemmel et coll., 1988). Nous nous attarderons plutôt à plusieurs questions de nutrition spécifiques à l'athlète en pleine croissance : les besoins en protéines et en énergie, l'utilisation des glucides et des lipides à titre d'apport énergétique durant l'exercice ainsi que le maintien d'un équilibre des liquides et des électrolytes adéquat.

EXAMEN DE LA RECHERCHE

Besoins en protéines des athlètes en pleine croissance

Chez les adultes, un apport en protéines adéquat se définit comme la quantité minimale nécessaire pour assurer l'équilibre azoté. En revanche, les enfants et les adolescents doivent maintenir un équilibre azoté positif (c.-à-d., un apport plus élevé que ce qu'ils utilisent) pour permettre la croissance et le développement des organes et des tissus. Par conséquent, si l'apport en protéines recommandé pour les adultes est de 0,8 à 1,0 g de protéines par kg de poids corporel par jour, cet apport doit être plus élevé durant l'enfance et l'adolescence (National Research Council, 1989). Par exemple, les enfants âgés de 7 à 10 ans doivent consommer de 1,1 à 1,2 g/kg de protéines par jour, et ceux âgés de 11 à 14 ans, 1g/kg par jour (Ziegler et coll., 1998).

Les protéines constituent une source négligeable d'énergie durant l'exercice d'aérobic (Melby et coll., 1998). Les adultes qui s'entraînent régulièrement de façon intense peuvent

bénéficier d'un apport en protéines supérieur aux recommandations pour la population générale (Lemon et coll., 1992), mais il n'existe pas de données similaires pour les enfants.

D'un point de vue pratique, lorsqu'on planifie l'alimentation d'un enfant athlète, il n'est pas certain qu'il faille tenir compte des différences attribuables à l'âge, ni dans quelle mesure il faille en tenir compte. Il y a peu d'information existante pour nous permettre de savoir si les jeunes athlètes consomment suffisamment de protéines ou non. Par exemple, des sondages réalisés auprès de petits groupes de jeunes patineurs artistiques indiquent que leur apport en protéines est adéquat, voire supérieur aux quantités recommandées (Delistraty et coll., 1992; Ziegler et coll., 1998). Il faut cependant préciser qu'un apport en protéines suffisant pour satisfaire aux rations alimentaires recommandées (RAR) peut ne pas garantir une nutrition adéquate. Par exemple, une étude réalisée auprès de lutteurs adolescents a montré que leur apport en protéines devenait moins qu'optimal au fur et à mesure que la saison progressait, même si les quantités signalées semblaient suffisantes (Horswill et coll., 1990). Une telle déficience relative peut avoir été la conséquence d'un contrôle du poids par la restriction de l'apport énergétique. Qui plus est, de telles restrictions alimentaires chez les lutteurs fréquentant l'école secondaire peuvent entraîner une perte de masse corporelle maigre (Roemmich et coll., 1991), ce qui occasionne un équilibre azoté négatif.

Besoins énergétiques des enfants durant l'exercice

Les données portant sur les adultes ont montré que les besoins en énergie quotidiens varient en fonction de l'intensité ou du nombre d'entraînements et du coût énergétique associé à leurs séries d'exercices. Par exemple, les athlètes d'endurance qui s'entraînent de façon très intense peuvent nécessiter un apport énergétique (calories) de deux à trois fois plus élevé que celui des sprinters ou des gymnastes. Bien que ce principe s'applique aux athlètes de tout âge, il n'existe pas de données précises sur les enfants qui s'entraînent régulièrement. De même, la documentation portant sur l'énergie qu'un enfant athlète dépense lorsqu'il accomplit une série d'exercices donnée est

insuffisante. Nous ne disposons donc d'aucune indication sur la demande énergétique quotidienne associée à un sport donné.

Il est cependant justifié de supposer que les besoins énergétiques des enfants athlètes sont différents de ceux des adultes. Le coût énergétique associé à la marche ou à la course à une vitesse donnée, lorsqu'il est calculé par kg de masse corporelle, est considérablement plus élevé chez les enfants que chez les adolescents et les adultes, et plus l'enfant est jeune, plus ce coût relatif est élevé (Åstrand, 1952; Daniels et coll., 1978; MacDougall et coll., 1983). Un enfant de 7 ans, par exemple, nécessite de 25 à 30 % d'énergie par kg de masse corporelle de plus qu'un jeune adulte, lorsque les deux marchent ou courent à la même vitesse (Åstrand, 1952). Ce « gaspillage » d'énergie relatif chez les enfants s'explique par le manque de coordination entre leurs groupes de muscles agonistes et antagonistes. Lorsque les enfants marchent ou courent, leurs muscles antagonistes, particulièrement durant les premiers dix ans de leur vie, ne semblent pas se détendre suffisamment durant la contraction des muscles agonistes. Ce schéma, appelé « co-contraction », exige davantage d'énergie métabolique, ce qui rend l'enfant « moins économique » sur le plan du métabolisme que les adolescents et les adultes (Frost et coll., 1997). Une autre raison pouvant expliquer ce coût métabolique élevé est la dépense en énergie biomécanique plus élevée qui est entraînée par la fréquence plus rapide des enjambées (Unnithan et Eston, 1990). Il est probable, quoique pas encore démontré, qu'il en soit de même pour d'autres activités physiques comme la natation, le ski et le patin.

De façon pratique, face aux différences en matière de coût énergétique mentionnées plus haut, il ne faut pas se servir de grilles axées sur les adultes pour calculer le coût énergétique associé aux activités sportives pratiquées par les enfants. De telles grilles, lorsqu'elles sont corrigées en fonction de la masse corporelle, risquent fort de sous-estimer la dépense réelle en énergie des enfants. Très peu de tentatives ont été faites jusqu'à présent pour établir des grilles de coûts énergétiques qui varient selon la masse corporelle pour les enfants (Bar-Or, 1983).

Il est probable que le coût énergétique diminue au fur et à mesure que la capacité à exécuter une série d'exercices donnée s'améliore. Cependant, les données expérimentales fournissent des résultats incohérents concernant un tel effet chez les enfants athlètes. Dans une étude longitudinale, Daniels et coll. (1978) ont testé les mêmes coureurs de fond adolescents pendant plusieurs années. Leur coût énergétique moyen durant la course à une vitesse sous-maximale fixe a diminué plus rapidement que celui observé chez les non-athlètes. Malheureusement, l'absence d'un véritable groupe témoin dans l'étude nous empêche d'établir si cette diminution du coût énergétique est un effet de l'entraînement ou un effet du vieillissement. Dans une étude plus récente, Sjodin et Svedenhag (1992) ont testé périodiquement un petit groupe de coureurs masculins et un groupe témoin dont l'âge variait de 12 à 20 ans. Bien que la dépense en oxygène associée à la course à une vitesse

sous-maximale normalisée fût plus faible chez les athlètes, on n'a noté aucune différence entre les deux groupes quant au rythme auquel celle-ci diminuait avec le temps. Pour compliquer davantage la question, dans une autre étude, un programme d'entraînement de dix semaines a donné lieu à une réduction du coût énergétique associée à la course chez les membres du groupe qui s'entraînait, mais pas chez ceux du groupe témoin (Unnithan, 1993). Pour conclure, l'effet de l'entraînement sur le coût énergétique de l'activité n'est pas clair, tout comme on ne sait pas si les considérations précédentes ont des implications directes sur la nutrition.

Utilisation des sources d'énergie durant l'exercice

Une analyse des données sur la respiration (Martinez et Haymes, 1992), les concentrations d'énergie sous forme de lipides et de glucides dans le sang (Berg & Keul, 1988) et l'activité des enzymes des muscles (Haralambie, 1979) suggère que, durant un exercice prolongé, les enfants utilisent relativement plus de lipides et moins de glucides que les adolescents ou les adultes. Des données non publiées (Riddell, communications personnelles) indiquent aussi qu'au cours de l'adolescence, les jeunes garçons brûlent relativement plus de lipides et moins de glucides durant un exercice prolongé que les garçons plus âgés. De même, durant des activités intenses et de courte durée, les enfants semblent dépendre davantage du métabolisme énergétique aérobie (dans lequel les lipides sont une source importante d'énergie) que du métabolisme énergétique anaérobie (dans lequel le glycogène musculaire est la principale source d'énergie) (Hebestreit, et coll., 1996). Cela peut constituer une des raisons pour lesquelles les enfants réussissent généralement moins bien dans les activités « anaérobiques » de forte puissance telles que le sprint et le saut. La cause de telles différences dans l'utilisation des sources d'énergie n'est pas claire.

Il reste encore à déterminer si l'utilisation préférentielle des lipides comme substrat énergétique a des implications sur les recommandations en matière de nutrition. Il est clair cependant que rien ne prouve que plus de 30 % de l'apport énergétique des enfants, athlètes ou non, devrait être absorbé sous forme de lipides.

Besoins en liquides et en électrolytes

Une des implications de l'augmentation de la dépense d'énergie durant l'exercice est la production plus grande de chaleur métabolique. Comme le coût énergétique associé à l'exécution d'activités physiques est plus élevé chez les enfants, ceux-ci produisent plus de chaleur métabolique par unité de masse corporelle que les adultes (Bar-Or, 1989). À moins que cette chaleur supplémentaire ne soit dissipée, la température de base du corps augmente; si elle atteint un niveau extrême, cet emmagasinage de chaleur dans le corps peut occasionner un trouble associé à la chaleur.

L'évaporation de la sueur est le principal moyen de dissipation de la chaleur chez la personne qui fait de l'exercice, particulièrement par temps chaud. Bien que la transpiration soit un mécanisme très efficace de refroidissement du corps, il peut s'ensuivre des pertes excessives de liquides et, à un degré moindre, d'électrolytes tels que le sodium et le chlorure. Afin de prévenir cela, il faut réapprovisionner le corps en liquides et en

électrolytes. Malheureusement, le mécanisme de la soif, qui détermine notre consommation de liquide, sous-estime presque invariablement les véritables besoins du corps en liquide durant l'exercice prolongé. L'absorption insuffisante de liquide peut se traduire par une « déshydratation volontaire », c'est-à-dire, une déshydratation qui survient même quand il y a abondance de boissons. Les effets de la déshydratation ont surtout été étudiés chez les adultes et il ne fait pas de doute que la perte des liquides corporels soit néfaste pour la santé et la performance. Les tests où l'on analyse uniquement la force musculaire, la puissance et l'endurance musculaire locale sont généralement peu influencés par la déshydratation (Horswill, 1992). Pourtant, la capacité de faire preuve d'endurance et d'habileté dans les sports avec arrêts et démarrages fréquents (par ex., soccer, basket-ball, tennis), et dans les séries d'exercices intermittents qui simulent de tels sports, peut être améliorée de façon marquée si les athlètes boivent des boissons contenant des glucides et des électrolytes avant ou durant l'activité (Davis et coll., 1997; Leatt et Jacobs, 1989; Vergauwen et coll., 1998; Welsh et coll., 1999). De même, il a été démontré de façon répétée, notamment par Sawka et Pandolf (1990), que la déshydratation nuit aux performances durant l'exercice prolongé. La déshydratation peut s'accompagner d'une diminution de l'acuité mentale, qui est particulièrement importante pour les sports nécessitant la motricité fine et la précision (par ex., gymnastique, patinage artistique, basket-ball). Par exemple, une personne déshydratée peut ne pas remarquer certains repères visuels (Leibowitz et coll., 1972), et les tests de performance mentale s'améliorent lorsque des boissons sport sont consommées avant et durant une activité intermittente qui simule une compétition de basket-ball (Welsh et coll., 1999). La perte délibérée de liquide par souci de contrôle du poids dans les sports tels que la lutte et l'aviron peut avoir des effets psychologiques négatifs tels que l'agressivité, la colère et l'anxiété (Steen et Brownell, 1990). Pis encore, une déshydratation excessive peut causer et aggraver un trouble associé à la chaleur.

La déshydratation volontaire survient tant chez les enfants (Bar-Or et coll., 1980; 1992; Rivera-Brown et coll., 1999; Wilk et Bar-Or, 1996) que chez les adultes. Il est important de souligner que chez les enfants, la température de base du corps augmente plus rapidement que chez les adultes durant la déshydratation (Bar-Or et coll., 1980). Il est par conséquent essentiel de prévenir ou d'atténuer la déshydratation volontaire chez les enfants athlètes.

Un mode inapproprié de remplacement des liquides peut aussi conduire à une insuffisance en électrolytes. En particulier, une baisse marquée dans la concentration de sodium dans les liquides corporels, un trouble connu sous le nom d'hyponatrémie, peut causer des troubles graves. Cette baisse de la concentration de sodium survient, par exemple, lorsque l'athlète comble ses pertes de liquides par la sueur et l'urine en ne buvant que de l'eau qui contient peu ou pas de sodium (Meyer et Bar-Or, 1994). L'un des effets de l'hyponatrémie est la crampe musculaire durant ou après l'exercice. L'hyponatrémie grave chez les enfants peut entraîner l'apathie, la nausée, les vomissements, un degré

de conscience réduit, une crise épileptique et même, à l'occasion, la mort.

Comment peut-on prévenir la déshydratation volontaire chez l'enfant athlète ? La principale stratégie consiste à stimuler la soif et à enseigner aux athlètes (mais aussi à l'entraîneur, aux parents et au médecin de l'équipe) à boire fréquemment, même quand ils n'ont pas soif. La soif des enfants durant l'exercice peut être stimulée en donnant du goût à leur boisson et y en ajoutant du chlorure de sodium (NaCl) et des glucides en quantités telles qu'on les retrouve dans les boissons sport, soit 18 mmol NaCl/L (110 mg/8 oz) et 6 % de sucre (14 g/8 oz) (Rivera-Brown et coll., 1999; Wilk et Bar-Or, 1996). Dans une étude réalisée auprès de garçons âgés de 9 à 12 ans non entraînés et faisant de l'exercice de façon intermittente par temps chaud, leur consommation de liquide volontaire a augmenté de 45 % après qu'on a donné une saveur de raisin à l'eau. L'absorption de liquide a augmenté de 46 % de plus lorsqu'on a donné aux sujets une boisson sport au goût de raisin (Gatorade) contenant des glucides et du NaCl. L'apport accru, une fois que les glucides et le NaCl ont été inclus, était suffisant pour prévenir tout à fait la déshydratation (Wilk et Bar-Or, 1996). Un avantage similaire a été observé chez des sujets athlètes masculins de 11 à 14 ans et qui étaient très habitués à faire de l'exercice en pleine chaleur (Rivera-Brown et coll., 1999). Cette dernière observation est importante parce que les athlètes entraînés, particulièrement s'ils sont acclimatés à la chaleur, produisent beaucoup plus de sueur que les non-athlètes, et par conséquent leurs besoins en liquides sont considérablement plus grands. Une forte consommation de boisson aromatisée contenant des glucides et des électrolytes ne survient pas uniquement en raison de la nouveauté de la boisson. Chez des garçons âgés de 10 à 12 ans, la déshydratation a été prévenue lorsqu'on leur donnait du Gatorade au cours de plusieurs séances d'exercice sur une période de deux semaines par temps chaud, même lorsqu'ils étaient très familiers avec la boisson (Wilk et coll., 1998).

Des études réalisées auprès d'adultes ont montré qu'une boisson refroidie à environ 10 °C (50 °F) est plus agréable pour le palais qu'une boisson à la température de la pièce ou à la température extérieure durant des journées chaudes. Ce refroidissement entraîne une augmentation de la consommation volontaire de liquides. Bien qu'aucune étude similaire n'aie été réalisée chez les enfants, il est raisonnable de supposer que les bienfaits qu'ils en tireront seront les mêmes si la boisson est refroidie. L'ajout de comprimés de sel à une boisson est à déconseiller parce ces comprimés contiennent des quantités excessives de sel, ce qui peut causer une irritation de la muqueuse de l'estomac.

APPLICATIONS PRATIQUES

Les recherches qui ont été réalisées auprès d'enfants actifs, bien que limitées, permettent de faire les recommandations suivantes :

- Même si l'alimentation quotidienne des jeunes athlètes contient suffisamment de protéines, une attention spéciale doit être accordée aux jeunes qui restreignent leur apport alimentaire afin de maintenir ou de diminuer leur poids corporel. De tels athlètes peuvent subir une perte nette de protéines corporelles et de masse maigre, ce qui peut compromettre leur santé et leur performance sportive.
- Durant des activités athlétiques diverses, les enfants utilisent plus d'énergie par kg de poids corporel que les adultes. Par conséquent, les grilles d'estimation de la dépense énergétique pour tout sport, lesquelles sont fondées sur les adultes, peuvent sous-estimer les besoins réels des enfants. Empiriquement, pour les enfants âgés de 8 à 10 ans, on peut ajouter de 20 à 25 % à la dépense énergétique des adultes et de 10 à 15 % pour les enfants de 11 à 14 ans.
- Comme les adultes, les enfants sous-estiment leurs besoins en liquide durant un exercice de plus de 30 minutes. Étant donné que les enfants réagissent à la déshydratation par une augmentation excessive de la température de base de leur corps, tous les efforts possibles devraient être déployés pour éviter la déshydratation suivant l'exercice chez les enfants athlètes.
- Il faut s'assurer que les enfants soient bien hydratés lorsqu'ils arrivent à un entraînement ou à une compétition et qu'ils prennent des pauses à toutes les 15 ou 20 minutes pour boire lors d'activités prolongées, même s'ils n'ont pas soif. Au besoin, les règlements du sport devraient être modifiés pour favoriser une prise de liquide périodique.
- Le fait de peser un athlète avant et après une séance d'entraînement ou une compétition est un moyen simple mais efficace de vérifier si l'apport en liquide a été adéquat. Les changements du poids corporel sont presque entièrement causés par une variation de la quantité de liquide corporel totale. Les enfants qui ne boivent pas suffisamment pour rétablir leur poids corporel entre les entraînements ou les compétitions devraient être tenus de boire une quantité de liquide adéquate avant d'être autorisés à participer aux entraînements ou compétitions subséquentes.
- Le fait de refroidir une boisson à la température du réfrigérateur et, plus particulièrement, d'y ajouter de la saveur, la rend plus agréable au goût. Les enfants boivent plus volontiers lorsque celle-ci a bon goût. Ainsi, avant, pendant et après les séances d'entraînement et les compétitions, les athlètes devraient avoir accès à des boissons aromatisées selon les préférences de chacun.

- L'ajout de sucre et d'une petite quantité de sel à une boisson stimulera davantage la soif de l'enfant et favorisera une plus grande absorption de liquide. Les boissons sport disponibles sur le marché contiennent ces éléments, et celles-ci sont consommées en plus grande quantité que ne le sont l'eau, le jus de fruit dilué ou les boissons maison (Passe et coll., 1999; Rivera-Brown et coll., 1999).

RÉSUMÉ

L'essentiel de la recherche sur la nutrition sportive a été effectué auprès d'adultes. Bien que les réactions physiologiques de l'enfant à l'exercice soient similaires à celles de l'adulte, il existe des différences dans ces réactions qui peuvent avoir des répercussions sur les besoins nutritionnels du jeune athlète. Les entraîneurs, les parents, les médecins d'équipe et les entraîneurs athlétiques doivent être sensibles aux besoins en protéines des jeunes athlètes, aux différences selon l'âge relativement à la dépense énergétique associée à l'exercice, aux différences entre les enfants et les adultes quant à l'utilisation des lipides et des glucides pendant l'exercice prolongé et aux façons d'accroître la quantité de liquide absorbée durant l'exercice afin de prévenir la déshydratation due à l'exercice, en particulier par temps chaud et humide.

RÉFÉRENCES

- Åstrand, P.-O. (1952). *Experimental Studies of Physical Working Capacity in Relation to Sex and Age*. Copenhagen: Munksgaard.
- Bar-Or, O. (1983). *Pediatric Sports Medicine for the Practitioner. From Physiological Principles to Clinical Applications*. Berlin: Springer-Verlag.
- Bar-Or, O. (1989). Temperature regulation during exercise in children and adolescents. In: C.V. Gisolfi et D.R. Lamb (eds.) *Perspectives in Exercise Science and Sports Medicine, Vol. 2, Youth, Exercise, and Sport*. Carmel, IN: Cooper Publishing Group, pp. 335-367.
- Bar-Or, O., C.J.R. Blimkie, J.A. Hay, J.D. Macdougall, D.S. Ward et W.M. Wilson (1992). Voluntary dehydration and heat intolerance in cystic fibrosis. *Lancet* 339: 696-699.
- Bar-Or, O., R. Dotan, O. Inbar, A. Rothstein et H. Zonder (1980). Voluntary hypohydration in 10- to 12-year-old boys. *J. Appl. Physiol.* 48: 104-108.
- Benardot, D., M. Schwarz et D.W. Heller (1989). Nutrient intake in young, highly competitive gymnasts. *J. Am. Diet. Assoc.* 89: 401-403.
- Berg, A. et J. Keul (1988). Biochemical changes during exercise in children. In: R.M. Malina (ed.) *Young Athletes/Biological, Psychological and Educational Perspectives*. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 61-77.
- Daniels, J., N. Oldridge, F. Nagle et B. White (1978). Differences and changes in VO₂ among young runners 10 to 18 years of age. *Med. Sci. Sports* 10: 200-203.
- Davis, J.M., D.A. Jackson, M.S. Broadwell, J.L. Queary et C.L. Lambert (1997). Carbohydrate drinks delay fatigue during intermittent, high-intensity cycling in active men and women. *Int. J. Sport Nutr.* 7: 261-273.
- Delistraty, D.A., E.J. Reisman et M. Snipes (1992). A physiological and nutritional profile of young female figure skaters. *J. Sports Med. Phys. Fit.* 32: 149-155.
- Ersoy, G. (1991). Dietary status and anthropometric assessment of child gymnasts. *J. Sports Med. Phys. Fit.* 31: 577-580.
- Frost, G., J. Dowling, K. Dyson et O. Bar-Or (1997). Cocontraction in three age groups of children during treadmill locomotion. *J. Electromyog. Kinesiol.* 7: 179-186.
- Haralambie, G. (1979). Skeletal muscle enzyme activities in female subjects of various ages. *Bull. Europ. Physiopath. Resp.* 15: 259-266
- Hebestreit, H., F. Meyer, Htay-Htay, G.J.F. Heigenhauser et O. Bar-Or (1996). Plasma metabolites, volume and electrolytes following 30-s high-intensity exercise in boys and men. *Eur. J. Appl. Physiol.* 72: 563-569.
- Horswill, C.A. (1992). Applied physiology of amateur wrestling. *Sports Med.* 14: 114-143.
- Horswill, C.A., S.H. Park et J.N. Roemmich (1990). Changes in the protein nutritional status of adolescent wrestlers. *Med. Sci. Sports Exerc.* 22: 599-604
- Leatt, P.B. et I. Jacobs (1989). L'effet de l'ingestion d'un polymère de glucose sur la diminution du glycogène durant un match de soccer. *Revue canadienne des sciences du sport.* 14: 112-116.
- Leibowitz, H.W., C.N. Abernathy, E.R. Buskirk, O. Bar-Or et R.T. Hennessy (1972). The effect of heat stress on reaction time to centrally and peripherally presented stimuli. *Hum. Factors* 14: 155-160.
- Lemon, P.W.R., M.A. Tamopolsky, J.D. Macdougall et S. Atkinson (1992). Protein requirements and muscle mass/strength changes during intensive training in novice bodybuilders. *J. Appl. Physiol.* 73: 767-775.
- Loosli, A.R. et J. Benson (1990). Nutritional intake in adolescent athletes. *Pediatr. Clin. N. Am.* 37: 1143-1153.
- Macdougall, J.D., P.D. Roche, O. Bar-Or et J.R. Moroz (1983). Maximal aerobic capacity of Canadian school children: prediction based on age-related oxygen cost of running. *Int. J. Sports Med.* 4: 194-198.
- Martinez, L.R. et E.M. Haymes (1992). Substrate utilization during treadmill running in prepubertal girls and women. *Med. Sci. Sports Exerc.* 24: 975-983.
- Melby, C.L., S.R. Commerford et J.O. Hill (1998). Exercise, macronutrient balance, and weight control. In: D.R. Lamb et R. Murray R (eds.) *Perspectives in Exercise Science and Sports Medicine, Vol. 11, Exercise, Nutrition and Weight Control*. Carmel, IN: Cooper Publishing Group, pp. 1-60.
- Meyer, F. et O. Bar-Or (1994). Fluid and electrolyte loss during exercise: the pediatric angle. *Sports Med.* 18: 4-9.
- National Research Council (1989). *Recommended Dietary Allowances, 10th ed.* Washington, D.C.: National Academy Press.
- Nelson-Steen, S. (1996). Nutrition for the school-aged child athlete. In: O. Bar-Or (ed.) *The Child and Adolescent Athlete*. Oxford, England: Blackwell Scientific, pp. 260-273.
- Passe, D.H., M. Horn et R. Murray (1999). Palatability and voluntary intake of sports beverages, diluted fruit juice, and water during exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.* (abstract). 31: S322.
- Rivera-Brown, A.M., R. Gutierrez, J.C. Gutierrez, W.R. Frontera et O. Bar-Or (1999). Drink composition, voluntary drinking, and fluid balance in exercising, trained, heat-acclimatized boys. *J. Appl. Physiol.* 86: 78-84.
- Roemmich, J.N., W.E. Sinning et C.A. Horswill (1991). Seasonal changes in anaerobic power, strength and body composition of adolescent wrestlers. *Med. Sci. Sports Exerc.* (abstract). 23: S29.
- Sawka, M.N. et K.B. Pandolf (1990). Effect of body water loss on physiological function and exercise performance. In: C.V. Gisolfi et D.R. Lamb (eds.) *Perspectives in Exercise Science and Sports Medicine, Vol. 3, Fluid Homeostasis during Exercise*. Carmel, IN: Cooper Publishing Group, pp. 1-30.
- Schemmel, R.A., E. Ryder, J.A. Moeggenberg et coll. (1988). Comparison of nutrient intakes between elite wrestlers and runners. In: E.W. Brown and C.F. Branta (eds.) *Competitive Sports for Children and Youth*. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 27-38.
- Sjodin, B. et J. Svedenhag (1992). Oxygen uptake during running as related to body mass in circumpubertal boys: a longitudinal study. *Eur. J. Appl. Physiol.* 65: 150-157.
- Steen, S.N. et K.D. Brownell (1990). Patterns of weight loss and regain in wrestlers: Has the tradition changed? *Med. Sci. Sport Exerc.* 22: 762-768.
- Unnithan, V. (1993). *Factors Affecting Running Economy in Children*. Unpublished Ph.D. Dissertation. University of Glasgow, Glasgow, Scotland.
- Unnithan, V. et R. Eston (1990). Stride frequency and submaximal treadmill running economy in adults and children. *Pediatr. Exerc. Sci.* 2: 149-155
- Welsh, R.S., S. Byam, W. Bartoli, J.M. Burke, H. Williams et J.M. Davis (1999). Influence of carbohydrate ingestion on physical and mental function during intermittent high-intensity exercise to fatigue. *Med. Sci. Sports Exerc.* (abstract). 31: S123.
- Wilk, B. et O. Bar-Or (1996). Effect of drink flavor and NaCl on voluntary drinking and rehydration in boys exercising in the heat. *J. Appl. Physiol.* 80: 1112-1117.
- Wilk, B., S. Kriemler, H. Keller et O. Bar-Or (1998). Consistency of preventing voluntary dehydration in boys who drink a flavored carbohydrate-NaCl beverage during exercise in the heat. *Int. J. Sports Nutr.* 8: 1-9.
- Vergauwen, L., F. Brouns et P. Hespel (1998). Carbohydrate supplementation improves stroke performance in tennis. *Med. Sci. Sports Exerc.* 30: 1289-1295.
- Ziegler, P.J., C.S. Khoo, P.M. Kris-Etherton, S.S. Jonnalagadda, B. Sherr et J.A. Nelson (1998). Nutritional status of nationally ranked junior US figure skaters. *J. Am. Diet Assoc.* 98: 809-811.

© 2000 Gatorade Sports Science Institute

**Contactez-nous : pour obtenir plus de renseignements sur le Gatorade Sports Science Institute, rendez-vous au :
www.gssiweb.org ou communiquez par courriel : GssiCanada@QTGCanada.com.**