

Zeitschrift:	Jeunesse et sport : revue d'éducation physique de l'École fédérale de gymnastique et de sport Macolin
Herausgeber:	École fédérale de gymnastique et de sport Macolin
Band:	32 (1975)
Heft:	12
Rubrik:	Forschung, Training, Wettkampf : sporttheoretische Beiträge und Mitteilungen = Recherche, entraînement, compétition : complément consacré à la théorie du sport

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 27.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Nach internationalem wissenschaftlichem Brauch erscheinen Publikationen in dieser 8 Seiten umfassenden Beilage in der Originalsprache und werden durch die Redaktion lediglich mit einer anderssprachigen Zusammenfassung ergänzt.

Aus dem Forschungsinstitut der Eidg. Turn- und Sportschule Magglingen (Leiter: Dr. med. H. Howald)

Die Bedeutung der Kohlenhydratnährung im Sport

H. Howald

Die Ernährung hat im Sport immer eine wichtige Rolle gespielt, und so kann es auch nicht verwundern, wenn vor allem im Leistungssport, aber zum Beispiel auch im Alpinismus, im Laufe der Zeit eine ganze Reihe von «Geheimrezepten» für die allein richtige, leistungssteigernde Trainings- und Wettkampfnahrung des Sportlers entwickelt wurden. Viele derartige Rezepte wurden und werden in Unkenntnis der Grundlagen der modernen Ernährungs- und Leistungsphysiologie zusammengestellt und haben dementsprechend höchstens einen psychologischen oder Placebo-Effekt, wenn sie aufgrund einer völlig unphysiologischen Verteilung der dem Organismus angebotenen Nährstoffe, Vitamine und Mineralien nicht sogar gefährlich sind.

Bedeutung der Kohlenhydrate im Muskelstoffwechsel

In den letzten Jahren hat sich unser Wissen um die Vorgänge, die sich im menschlichen Skelettmuskel bei körperlicher Arbeit abspielen, ganz wesentlich erweitert. Der Muskel kann chemische Energie in mechanische Arbeit umsetzen, und zwar mit einem Wirkungsgrad, welcher bisher von keiner technischen Maschine erreicht wird. Die für den Kontraktionsvorgang benötigte Energie wird in der arbeitenden Zelle im wesentlichen durch den anaeroben (ohne Sauerstoff) oder aeroben (mit Sauerstoff) Abbau von Kohlenhydraten (Zucker, Stärke) und Fetten bereitgestellt, während die Eiweiße im Arbeitsstoffwechsel der Muskulatur eine quantitativ unbedeutende Rolle spielen.³ Für seine Arbeit ist unser Muskel demnach neben einer genügenden Sauerstoffzufuhr in erster Linie auf ausreichende Vorräte an Kohlenhydraten und Fetten angewiesen. Während auch bei sehr lange dauernder, harter Muskelarbeit die Fettdepots des Körpers kaum je erschöpft werden, kann dies für die Kohlenhydratvorräte sehr wohl der Fall sein, wie neuere Untersuchungen vor allem skandinavischer Wissenschaftler bewiesen haben.⁵ Die Leistungsfähigkeit in allen Sportarten mit einer Wettkampfdauer von mehr als 30 Minuten hängt nach diesen Erkenntnissen ganz wesentlich davon ab, wieviel Kohlenhydrate zu Beginn der Belastung im Körper gespeichert waren. Damit kommt aber in sehr vielen Sportarten einer möglichst optimalen Kohlenhydratversorgung unseres Organismus eine zentrale Bedeutung zu.

Complément consacré
à la
théorie du sport

RÉDACTION: INSTITUT DE RECHERCHES DE L'EGS

Selon la coutume internationale dans les sciences, les publications de ce complément de 8 pages se font dans leur langue d'origine. La rédaction ajoute uniquement un bref résumé dans l'autre langue.

Institut de recherches de l'Ecole fédérale de gymnastique et de sport, Macolin (Direction: Dr méd. H. Howald)

L'importance des hydrates de carbone dans l'alimentation du sportif

H. Howald / Trad.: DL

L'alimentation a toujours joué un grand rôle dans le sport. Il n'est donc pas surprenant de constater que l'on a développé avec le temps, notamment dans le sport de performance mais aussi dans l'alpinisme par exemple, toute une série de «recettes miracles», garantes de l'unique alimentation adéquate à l'entraînement et en compétition, et favorisant la hausse de rendement chez le sportif. Beaucoup de recettes de ce genre ont été, et sont encore aujourd'hui, élaborées sans tenir compte des bases de la diététique et de la physiologie de l'effort modernes. Elles possèdent par conséquent tout au plus un effet placebo ou psychologique, et si l'on considère la répartition souvent contraire à toute notion physiologique des substances nutritives, des vitamines et des sels minéraux apportés à l'organisme, elles peuvent même être dangereuses.

L'importance des hydrates de carbone dans le métabolisme musculaire

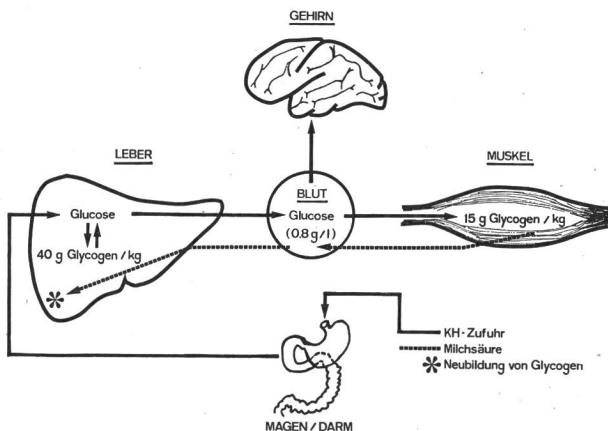
Nos notions concernant les processus qui se déroulent dans le muscle squelettique de l'homme durant un effort physique se sont considérablement élargies ces dernières années. Le muscle peut transformer l'énergie chimique en travail mécanique, et avec un tel rendement qu'il n'a pas encore trouvé son pareil dans les machines hautement perfectionnées fabriquées jusqu'ici. L'énergie nécessaire à la contraction du muscle est produite dans la cellule en action, essentiellement par la dégradation des hydrates de carbone (glucose, amidon) et des graisses à l'aide d'oxygène (travail aérobie) ou sans oxygène (travail anaérobie), tandis que pendant l'effort les protéines ne jouent quantitativement qu'un rôle mineur dans le métabolisme de la musculature.³ Notre muscle a donc besoin pour travailler non seulement d'un apport suffisant d'oxygène, mais également et avant tout, d'une réserve suffisante d'hydrates de carbone et de lipides. Des analyses récentes, faites notamment par des hommes de science scandinaves, ont montré que, même si le travail musculaire est intensif et prolongé, les dépôts de graisse ne peuvent pratiquement jamais être épuisés. Par contre, les réserves d'hydrates de carbone, elles, peuvent fort bien être utilisées jusqu'au dernier gramme.⁵ Selon ces notions, dans tous les sports impliquant une durée de compétition de plus de 30 minutes, les aptitudes physiques sont conditionnées en grande partie par la quantité d'hydrates de carbone contenue dans l'organisme avant la compétition. Par conséquent, dans beaucoup de sports, un apport optimal d'hydrates de carbone à notre organisme est d'une importance primordiale.

Kohlenhydratvorräte in unserem Organismus

Die wesentlichen Kohlenhydratspeicher im menschlichen Körper sind die Skelettmuskulatur und die Leber (Abb. 1). Die Muskulatur enthält durchschnittlich 15 g Glykogen (Stärke, grossmolekulare Speicherform von Traubenzucker) pro kg Muskelgewebe, die Leber im Mittel etwa 40 g Glykogen pro kg Lebergewebe. Für einen 75 kg schweren Mann ergibt dies einen Glykogenvorrat von total rund 500 g und damit eine Reserve von 2000 Kalorien (1 g Kohlenhydrat = 4 Kalorien). Ein kleiner Vorrat an Glucose (Traubenzucker) zirkuliert ferner mit dem Blut, nämlich 0,8 g pro Liter oder im ganzen rund 4 g für den Mann in unserem Beispiel.

Les réserves d'hydrates de carbone dans notre organisme

Les dépôts d'hydrates de carbone les plus importants dans le corps humain se trouvent dans la musculature squelettique et le foie (fig. 1). La musculature contient en moyenne 15 g de glycogène (amidon, forme de réserve de sucre de raisin en grosses molécules) par kg de tissu musculaire, et le foie environ 40 g par kg de tissu. Un homme de 75 kg possède donc une réserve de glycogène d'environ 500 g, ce qui correspond à 2000 calories (1 g d'hydrate de carbone = 4 calories). En outre, une quantité mineure de glucose (sucre de raisin) circule dans le sang, c'est-à-dire 0,8 g par litre ou un total d'environ 4 g pour l'homme pris comme exemple.



Abbildung/Figure 1

Verteilung der Kohlenhydrate (KH) im menschlichen Organismus.
Répartition des hydrates de carbone (KH) dans l'organisme humain.

Gehirn = cerveau; Leber = foie; Blut = sang; Muskel = muscle; Magen/Darm = appareil digestif; Glucose = glucose; Glykogen = glycogène; KH-Zufuhr = apport en hydrates de carbone; Milchsäure = acide lactique; Neubildung von Glykogen = renouvellement du glycogène.

Der arbeitende Skelettmuskel deckt seinen Energiebedarf weitgehend aus dem eigenen Glykogenvorrat. Mit biochemischen und elektronenmikroskopischen Methoden konnte gezeigt werden, dass das Glykogen im Muskelgewebe sowohl nach Ausdauerleistungen wie nach Intervallbelastungen praktisch vollständig aufgebraucht sein kann.^{1, 2} Wenn die zelligenen Reserven aufgebraucht sind, können dem Muskel zwar durch das Blut Kohlenhydrate aus der Leber zur Verfügung gestellt werden, doch ist der in diesem Organ gespeicherte Vorrat relativ klein. Die Leber kann zusätzlich aus der durch die Muskelarbeit anfallenden Milchsäure sowie aus Aminosäuren und Glycerin neues Glykogen bilden, aber unter den Bedingungen körperlicher Belastung fällt diese Möglichkeit quantitativ nicht ins Gewicht. Wie bereits erwähnt kann der Muskel auch aus dem Abbau von Fetten Energie gewinnen, doch geht bei alleiniger Fettverbrennung die allgemeine Leistungsausbeute stark zurück.⁵

Das in der Leber vorhandene Glykogen wird in erster Linie dazu verwendet, die Glucosekonzentration im Blut unter allen Bedingungen konstant zu halten. Ein Absinken der Blutglucosekonzentration auf weniger als 0,4 bis 0,5 g pro Liter hat

Le muscle squelettique puise l'énergie nécessaire à son travail presque entièrement de sa propre réserve de glycogène. A l'aide de méthodes biochimiques et de microscopie électronique, on a pu démontrer que le glycogène contenu dans le tissu musculaire peut être pratiquement épuisé aussi bien après une performance d'endurance qu'après des efforts par intervalles.^{1, 2} Lorsque les réserves de la cellule sont épuisées, le muscle peut recevoir du foie des hydrates de carbone véhiculés par le sang, mais la réserve accumulée dans cet organe est relativement petite. Le foie peut également produire du nouveau glycogène à partir de l'acide lactique provenant du travail musculaire ainsi que des acides aminés et de la glycérine, mais cette production est sans importance du point de vue quantitatif lorsque l'organisme est soumis à un effort physique. Comme on l'a déjà dit, le muscle peut également gagner de l'énergie en dégradant les graisses, mais le rendement général baisse considérablement, s'il y a uniquement combustion de lipides.⁵

Le glycogène contenu dans le foie sert avant tout à maintenir la concentration de glucose dans le sang constamment au même niveau. Si le taux de glucose dans le sang baisse

zur Folge, dass die Energieversorgung des Gehirns nicht mehr voll gewährleistet ist. Da im Gegensatz zu andern Organen unser Gehirn weder über nennenswerte eigene Energievorräte verfügt, noch auf andere Nährstoffe ausweichen kann, hat dies unangenehme Folgen, welche der Sportler als «Hungerrast» (allgemeines Schwächegefühl, Hunger, Schweißausbruch, Zittern) zu bezeichnen pflegt.

Energiebedarf bei sportlicher Leistung

Bei intensiver sportlicher Aktivität werden in unserem Organismus 1000 bis 1500 Kalorien pro Stunde verbraucht. Auch wenn etwa ein Drittel dieses Bedarfs durch den Abbau von Fetten gedeckt werden kann, so ist normalerweise der ganze körpereigene Kohlenhydratvorrat nach etwas mehr als 2 Stunden aufgebraucht, was aus den oben angeführten Gründen mit einer erheblichen Leistungseinbusse verbunden ist. Ziel einer optimalen ernährungstechnischen Vorbereitung auf eine sportliche Leistung muss es also sein, die Kohlenhydratvorräte des Körpers vor Inangriffnahme der Leistung möglichst aufzufüllen. Dauert das Training oder der Wettkampf mehr als etwa 1 bis 2 Stunden, müssen dem Organismus Kohlenhydrate in regelmässigen Abständen und in geeigneter Form zur Verfügung gestellt werden, bevor die körpereigenen Vorräte erschöpft sind. Schliesslich geht es nach einer erschöpfenden Belastung darum, in der Muskulatur und in der Leber das verbrauchte Glykogen so rasch als möglich zu ersetzen. Letzteres gilt natürlich in ganz besonderem Masse, wenn bereits nach kurzer Pause wieder eine hohe sportliche Leistung vollbracht werden soll, also zum Beispiel in einem Fussballturnier oder in einem Mehretappenrennen im Radsport.

Kohlenhydratzufuhr in den Tagen vor dem Wettkampf oder der Leistung

Werden die Glykogenreserven der Muskulatur 3 bis 6 Tage vor einem wichtigen Wettkampf durch eine harte Trainingsbelastung aufgebraucht und wird anschliessend ein ausgeklügeltes Diätschema befolgt, so lässt sich der Muskelglykogengehalt von normalerweise 15 g pro kg auf bis 40 g pro kg Gewebe steigern.⁵ Entscheidend ist dabei, dass dem Körper in den letzten drei Tagen vor dem Start ausschliesslich Kohlenhydrate zugeführt werden. Durch den derart erhöhten Glykogenvorrat kann nachgewiesenermassen eine grössere Leistung vollbracht werden, das heisst es kann zum Beispiel in einem Laufwettbewerb über längere Zeit eine höhere Geschwindigkeit eingehalten werden.⁵

Kohlenhydratzufuhr unmittelbar vor der sportlichen Leistung

Die Einnahme einer letzten Dosis Kohlenhydrate 10 bis 15 Minuten vor Leistungsantritt wirkt sich ebenfalls positiv aus, indem die gleiche physikalische Leistung mit geringeren Herzschlagzahlen, also ökonomischer, erbracht werden kann.⁴ Diese Tatsache scheint damit zusammenzuhängen, dass durch die Kohlenhydratzufuhr die Blutglucosekonzentration über die ganze Dauer der körperlichen Belastung höher gehalten werden kann als ohne entsprechende Vorbereitung (Abb. 2).

en-dessous de 0,4 à 0,5 g par litre, l'apport d'énergie au cerveau n'est plus complètement assuré. Et vu que notre cerveau, contrairement à d'autres organes, ne dispose que d'une réserve d'énergie insignifiante, et qu'il ne peut recourir à d'autres substances nutritives, cette baisse entraîne des conséquences fâcheuses que le sportif appelle «fringale» (faiblesse, faim, transpiration, tremblement).

Le besoin en énergie pour un effort physique

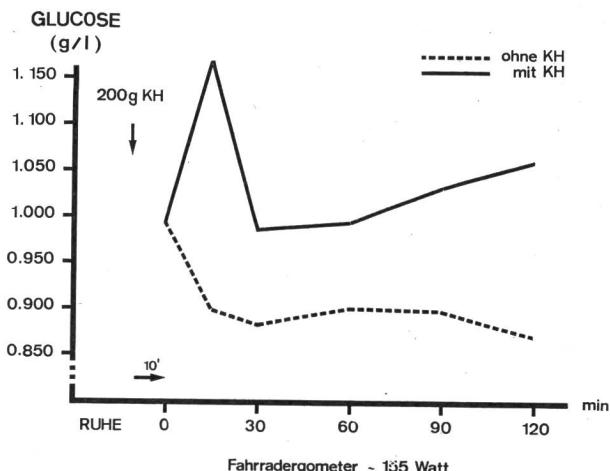
Si l'activité sportive est intensive, notre organisme consomme entre 1000 et 1500 calories par heure. Même si un tiers de ce besoin peut être couvert par la dégradation de graisses, la réserve d'hydrates de carbone dans l'organisme est normalement épaisée au bout d'un peu plus de deux heures, ce qui entraîne pour les raisons précitées une baisse considérable du rendement. Par conséquent, le but d'une préparation optimale à une performance sportive du point de vue de l'alimentation, est de stocker un maximum d'hydrates de carbone dans l'organisme avant l'effort physique. Si l'entraînement ou la compétition dure plus d'une ou deux heures, l'organisme doit recevoir des hydrates de carbone à intervalles réguliers et sous une forme appropriée avant que les réserves de l'organisme soient épuisées. Somme toute, après un effort intensif, il s'agit de remplacer le plus vite possible dans la musculature et le foie la quantité de glycogène consommée, ce qui est particulièrement important s'il est nécessaire de fournir, après une courte pause, un second effort physique, comme par exemple durant un tournoi de football ou une course cycliste par étapes.

L'apport d'hydrates de carbone durant la période précédant l'effort physique

Si les réserves de glycogène dans la musculature sont épuisées 3 à 6 jours avant une compétition importante à la suite d'un entraînement intensif, et si le sportif suit ensuite un régime bien étudié, il est possible de porter la quantité de glycogène contenue dans le muscle, qui est normalement de 15 g par kg, jusqu'à 40 g par kg de tissu.⁵ Dans ce cas, il est déterminant que l'organisme ne reçoive durant les 3 derniers jours avant le départ que des hydrates de carbone. Grâce à la réserve ainsi augmentée, il est possible de réaliser une meilleure performance comme il a été démontré, c'est-à-dire que durant une course à pied par exemple, le sportif peut maintenir une cadence plus élevée durant une période plus longue.⁵

L'apport d'hydrates de carbone immédiatement avant l'effort physique

L'apport d'une dernière dose d'hydrates de carbone 10 à 15 minutes avant l'effort physique a également un effet positif, dans ce sens qu'une même performance peut être réalisée avec un rythme cardiaque plus lent, donc avec plus d'économie.⁴ Cet effet positif semble être en relation avec le fait que l'apport d'hydrates de carbone permet de maintenir, tout au long de l'effort, la concentration de glucose dans le sang à un niveau plus élevé qu'il n'est le cas sans préparation (fig. 2).



Abbildung/Figure 2

Konzentration der Glucose im Blut bei zweistündiger Arbeit mit und ohne vorherige Kohlenhydrat-Zufuhr.

Concentration du glucose dans le sang lors d'un effort de 2 heures avec et sans apport préalable d'hydrates de carbone.

Kohlenhydratzufuhr während der Leistung

Da unser Verdauungssystem während einer körperlichen Belastung gewissermaßen im Spargang arbeitet, können dem Organismus während eines Wettkampfes nur sehr leichtverdauliche Nahrungsmittel zugeführt werden. Am verbreitetsten sind wohl Traubenzuckertabletten, welche aber den Nachteil haben, dass sie leicht einen klebrigen Mund und damit Durst erzeugen. Außerdem führt die alleinige Zufuhr von Glucose häufig nur zu einem kurzfristigen Effekt, indem die Blutglukoskonzentration nach der Tabletteneinnahme wohl rasch ansteigt, unter dem Einfluss der normalen Gegenregulation des Körpers aber ebenso rasch wieder abfällt.

Kohlenhydratzufuhr nach der Leistung

Für die Ernährung nach dem Wettkampf oder einer harten Trainingsbelastung stellen sich häufig die gleichen Probleme wie für die Nahrungszufuhr während einer Leistung. Auch nach Leistungsabbruch ist nämlich in der Regel unser Verdauungssystem noch stark «gereizt» und toleriert nur leichtverdauliche Nahrung.

Top-Ten – der ideale Kohlenhydratspender

Es war schon lange unser Wunsch, für die möglichst optimale Wettkampf-Vorbereitung unserer Sportler über einen geeigneten Kalorienspender verfügen zu können. Es wurden auch Versuche unternommen, eine spezielle Wettkampfnahrung zu entwickeln, doch haben diese Versuche vor allem aus herstellungstechnischen Gründen bisher leider noch nicht zum gewünschten Erfolg geführt. Um so erfreulicher ist es, dass es der Firma Galactina AG in Belp gelungen ist, ein neues Produkt zu entwickeln, das unseren Vorstellungen weitgehend entspricht und das sich uns in ausgedehnten Versuchen an Sportlern aus verschiedensten Sportarten ausgezeichnet

L'apport d'hydrates de carbone durant l'effort physique

Vu que notre appareil digestif travaille pour ainsi dire en veilleuse durant un effort physique, l'organisme ne doit recevoir durant la compétition que des aliments très digestes. La substance la plus utilisée est certainement le sucre de raisin sous forme de tablettes, qui a toutefois l'inconvénient de rendre la bouche pâteuse et donc de donner soif. En outre, le seul apport de glucose n'a souvent qu'un effet très bref. Certes, après la consommation de ces tablettes, la concentration de glucose dans le sang augmente rapidement, mais diminue tout aussi vite sous l'influence de la contre-régulation normale de l'organisme.

L'apport d'hydrates de carbone après l'effort physique

Les problèmes d'alimentation qui se posent après une compétition ou un entraînement intensif sont souvent les mêmes que ceux qui se présentent durant l'effort physique. Après l'effort, notre appareil digestif est en général encore très «excité», et ne tolère que des substances facilement digérables.

Top-Ten, le fournisseur idéal d'hydrates de carbone

Depuis longtemps déjà, nous désirions disposer d'un fournisseur de calories approprié pour préparer nos sportifs le mieux possible aux compétitions. On a cherché à développer une alimentation spéciale pour la compétition. Mais ces essais n'ont malheureusement pas porté au succès voulu pour des motifs techniques de fabrication. Il est donc d'autant plus réjouissant de constater que la maison Galactina S.A. à Belp a réussi à développer un nouveau produit qui correspond fort bien à nos vues, et qui s'est avéré excellent après des tests approfondis effectués avec des sportifs des différentes disciplines sportives! Ce produit sortira prochainement sur le marché sous le nom de Top-Ten,

bewährt hat! Das Präparat wird demnächst unter der Markenbezeichnung Top-Ten im Fachhandel erhältlich sein (Abb. 3).^{*} Top-Ten wird gebrauchsfertig in unzerbrechlichen und wieder verschließbaren Flaschen geliefert, die sich auch in leichter Sportkleidung gut mittragen lassen. In einer Flasche sind in

et sera vendu dans les magasins spécialisés (fig. 3).^{*} Top-Ten sera livré, prêt à la consommation, dans des flacons incassables avec bouchon dévissable que l'on peut facilement emmener avec soi, même en tenue de sport très légère. Un flacon de 150 ml de liquide contient 90 g d'hydrates de carbone de haute



Abbildung/Figure 3
Originalpackung von Top-Ten.
Emballage original du Top-Ten.

150 ml Flüssigkeit 90 g hochwertige Kohlenhydrate (Glucose, Maltose, Dextrine) enthalten, also fast doppelt soviel wie die menschliche Leber zu speichern vermag. Trotz seiner hochkonzentrierten Form ist das Getränk dank eines Zusatzes von Heidelbeerextrakt und Zitronensäure angenehm im Geschmack, erzeugt weder Durst noch einen klebrigen Mund und liegt im Magen nicht schwer auf, auch wenn es unverdünnt unmittelbar vor oder während einer sportlichen Leistung eingenommen wird. Der angenehm süß-saure Geschmack ist ferner weitgehend unabhängig von der Trinktemperatur und bleibt auch erhalten, wenn das Produkt zwecks vermehrter Flüssigkeitszufuhr mit Wasser oder Tee verdünnt eingenommen wird. Dank seines Gehaltes an Maltose und Dextrinen wird Top-Ten im Gegensatz zu reinem Traubenzucker aus dem Darm verzögert ins Blut aufgenommen, was eine regelmäßigere und verlängerte Wirkung gewährleistet.

* Wir sind der Firma Galactina AG für die Überlassung von Testmengen zu Dank verpflichtet.

valeur nutritive (glucose, maltose, dextrine), donc presque deux fois plus que le foie. Malgré sa forme concentrée, cette boisson a un goût agréable grâce à l'adjonction d'un extrait de myrtilles et de jus de citron, elle ne donne pas soif, elle ne rend pas la bouche pâteuse et est très digeste même si l'on boit cette solution non diluée juste avant ou pendant un effort physique. Le goût aigre-doux agréable n'est pratiquement pas influencé par la température, et reste intact même si le produit est dilué avec de l'eau ou du thé pour obtenir un plus grand apport de liquide. Grâce à ses ingrédients maltose et dextrine, Top-Ten ne passe que lentement de l'intestin dans le sang contrairement au sucre de raisin pur, ce qui garantit un effet plus régulier et plus prolongé.

En tant qu'excellent complément des hydrates de carbone, Top-Ten contient les vitamines A, B₁, B₂, B₆, C, E et PP qui jouent un grand rôle dans le métabolisme énergétique, les

* Nous remercions la maison Galactina S.A. d'avoir mis généreusement à notre disposition les quantités nécessaires pour effectuer nos tests.

In sehr sinnvoller Ergänzung zu den Kohlenhydraten enthält Top-Ten die im Energiestoffwechsel eine bedeutsame Rolle spielenden Vitamine A, B₁, B₂, B₆, C, E und PP, sowie die ebenso wichtigen Mineralstoffe Calcium, Kalium und Magnesium nebst etwas Kochsalz. Die beigefügten Extrakte aus Maté (paraguayanische Teepflanze), Cola (1,5 bis 3,5 Prozent Koffein) und den vom schwedischen Vasa-Volksskilanglauf her bestens bekannten Heidelbeeren verhelfen dem Präparat zu einer erfrischenden und leicht anregenden Wirkung, ohne dass der Verbraucher deswegen befürchten müsste, mit den Doping-Reglementen in Konflikt zu kommen.

Für den Leistungssportler ist Top-Ten eine ideale und den neuesten wissenschaftlichen Erkenntnissen angepasste Zusatznahrung für Training und Wettkampf. Es ermöglicht ihm eine adäquate Kalorienzufuhr auch unmittelbar vor oder während des Wettkampfes, sowie ein rasches Wiederauffüllen der Kohlenhydratreserven in der Erholungsphase. Die im Leistungssport gewonnenen Erfahrungen haben aber ebenso Gültigkeit für jeden andern Sportler und für jede Art der Sportausübung: sei es nun eine längere Wanderung zu Fuss oder per Rad, ein Tennis- oder Fussballspiel, eine Skiwanderung oder eine Reihe von Skiaabfahrten, eine Kletterpartie in Fels oder Eis, ein Orientierungslauf oder eine längere Ausfahrt im Ruderboot oder Kanu, Top-Ten ermöglicht jederzeit eine angemessene Energiezufuhr und erhöht damit die Freude an der Sportausübung.

sels minéraux calcium, potassium et magnésium tout aussi importants et un peu de sel de cuisine. L'adjonction d'extraits de maté (houx du Paraguay dont les feuilles fournissent une boisson dite thé de maté) et de cola (1,5 à 3,5 pour cent de caféine), ainsi que les myrtilles bien connues depuis la course de ski de fond de Vasa en Suède, confèrent à ce produit un effet rafraîchissant et stimulant, sans que le consommateur ait à craindre d'entrer en conflit avec les règlements sur le dopage.

Pour le sportif d'élite, Top-Ten représente pour l'entraînement et la compétition une alimentation complémentaire idéale et adaptée aux plus récentes notions scientifiques. Top-Ten lui permet d'absorber des calories sous une forme adéquate immédiatement avant ou pendant la compétition, et de remplacer rapidement durant la phase de récupération les réserves d'hydrates de carbone utilisées. Les expériences faites dans le sport de performance sont également valables pour tous les autres sportifs et pour tous les genres de sport. Qu'il s'agisse d'une excursion prolongée à pied ou en bicyclette, d'un match de tennis ou de football, d'une excursion à skis ou d'une série de descentes à skis, d'une partie de varappe dans les rochers ou sur des glaciers, d'une course d'orientation ou d'une excursion prolongée en aviron ou en canoë, Top-Ten permet en tout temps un apport approprié d'énergie et augmente ainsi le plaisir de faire du sport.

Literatur

- ¹ Howald, H. und F. Oberholzer: Biologische Auswirkungen eines 100-km-Laufes. *Jugend + Sport*, **31**, 285 (1974).
- ² Hultman, E.: Physiological role of muscle glycogen in man, with special reference to exercise. *Circulat. Res.* **20/21**: suppl. 1, pp. 99–114 (1967).
- ³ Keul J., E. Doll und D. Kepler: Muskelstoffwechsel; die Energiebereitstellung im Skelettmuskel als Grundlage seiner Funktion. Johann Ambrosius Barth, München 1969.
- ⁴ Keul J. und G. Haralambie: Die Wirkung von Kohlenhydraten auf die Leistungsfähigkeit und die energieliefernden Substrate im Blut bei langwährender Körperarbeit. *Dtsch. med. Wschr.* **98**, 1806–1811 (1973).
- ⁵ Saltin B. und J. Karlsson: Die Ernährung des Sportlers. In: W. Hollmann, Zentrale Themen der Sportmedizin, Springer-Verlag, Berlin–Heidelberg–New York 1972.

Bibliographie

- ¹ Howald H. und F. Oberholzer: Répercussions biologiques d'une course de 100 km. *Jeunesse + Sport*, **32**, 41 (1975).
- ² Hultman, E.: Physiological role of muscle glycogen in man, with special reference to exercise. *Circulat. Res.* **20/21**: suppl. 1, pp. 99–114 (1967).
- ³ Keul J., E. Doll und D. Kepler: Muskelstoffwechsel; die Energiebereitstellung im Skelettmuskel als Grundlage seiner Funktion. Johann Ambrosius Barth, München 1969.
- ⁴ Keul J. und G. Haralambie: Die Wirkung von Kohlenhydraten auf die Leistungsfähigkeit und die energieliefernden Substrate im Blut bei langwährender Körperarbeit. *Dtsch. med. Wschr.* **98**, 1806–1811 (1973).
- ⁵ Saltin B. und J. Karlsson: Die Ernährung des Sportlers. In: W. Hollmann, Zentrale Themen der Sportmedizin, Springer-Verlag, Berlin–Heidelberg–New York 1972.

«Blut-Doping»

H. Howald

Aus dem Forschungsinstitut der Eidg. Turn- und Sportschule Magglingen (Leiter: Dr. med. H. Howald)

Kaum ist es durch regelmässige und rigorose Kontrollen gelungen, die mit der Einnahme von stimulierenden Psycho-pharmaka wie Amphetamine, Ephedrin und deren Derivaten verbundenen Gefahren im modernen Hochleistungssport ganz wesentlich zu reduzieren, wird neuerdings von einer neuen Möglichkeit zur künstlichen Leistungssteigerung berichtet, die man sinnigerweise Blut-Doping nennt. So tauchten offenbar bereits anlässlich der Olympischen Winterspiele in Sapporo 1972 in Athletenkreisen Gerüchte über Blutentnahmen und -wiederzufuhren bei Skilangläufern aus den Oststaaten und aus Skandinavien auf. In der Zeitschrift «Time» vom 24. Dezember 1973 ist das Verfahren unter dem Titel «New Blood for Athletes?» ziemlich ausführlich beschrieben. Aufgrund solcher Informationen sind auch bereits die Verantwortlichen verschiedener Schweizer Sportverbände mit der Bitte an das Forschungsinstitut der ETS Magglingen herangetreten, diese neueste Möglichkeit zur Leistungsmanipulation zu prüfen, da es schliesslich unsere Pflicht sei, den Schweizer Spitzenathleten alles zuzugestehen, was ihnen im Wettkampf ihre Aufgabe erleichtere und wovon ihre ausländischen Gegner ebenfalls profitierten, auch wenn sich dies nicht ohne weiteres mit unserer Auffassung einer sauberer sportlichen Gesinnung vereinbaren lasse.

Das Verfahren des Blut-Dopings geht auf ein in den physiologischen Laboratorien der Sporthochschule Stockholm durchgeführtes Experiment zurück, bei dem der Einfluss einer reduzierten beziehungsweise wiederhergestellten Sauerstofftransportkapazität des Blutes auf die körperliche Leistungsfähigkeit des Menschen geprüft wurde (Björn Ekblom, Alberto N. Goldbarg, and Bengt Gullbring; Response to exercise after blood loss and reinfusion. J. Appl. Physiol. **33**: 175-180, 1972). Die Studie wurde an 7 mässig trainierten Sportstudenten mit einer mittleren maximalen Sauerstoffaufnahme von 60 ml/min · kg durchgeführt, denen an einem Tag 800 ml beziehungsweise im Verlaufe einer Woche 1200 ml Blut entnommen wurde. Als unmittelbare Folge des Blutverlustes sank bei den Versuchspersonen die Hämoglobinkonzentration und die maximale Sauerstoffaufnahme um durchschnittlich rund 15 Prozent und die körperliche Leistungsfähigkeit um ungefähr 30 Prozent. Während 4 Wochen wurden nun die Studenten praktisch jeden zweiten Tag einem Fahrradergometertest unterzogen. Weder die Leistungsfähigkeit noch die maximale Sauerstoffaufnahme waren nach 4 Wochen zum Ausgangswert zurückgekehrt, und die Versuchspersonen waren nach Ablauf dieser Zeit immer noch anämisch. Durch Reinfusion der in der Zwischenzeit im Kühlschrank aufbewahrten eigenen Erythrocyten konnte dann gewissermassen über Nacht eine erhebliche Leistungssteigerung erzielt werden, welche bei der physikalischen Leistung um etwa 15 Prozent und bezüglich maximaler Sauerstoffaufnahme um knapp 5 Prozent über den Ausgangs-

wert vor der Blutentnahme hinausging. Leider wurde im Experiment keine Kontrollgruppe mitgeführt, so dass es äusserst fraglich ist, ob die erwähnte Leistungssteigerung und Verbesserung der maximalen Sauerstoffaufnahme nicht bloss als Folge der regelmässigen Ergometerbelastungen im Sinne eines Trainingseffektes zu betrachten ist. Trotz anhaltend ansteigendem Hämoglobingehalt nahmen denn auch die Leistungsfähigkeit wie die maximale Sauerstoffaufnahme 1 oder 2 Wochen nach der Blutzufuhr bereits wieder deutlich ab und bewegten sich in der Grössenordnung der Ausgangswerte vor der Blutentnahme. Dieser Leistungsabfall ist mit grosser Wahrscheinlichkeit auf die Tatsache zurückzuführen, dass nach erfolgter Blutzufuhr keine regelmässigen Ergometerbelastungen, das heisst mit anderen Worten, kein regelmässiges Training mehr erfolgte. Bei kritischer Betrachtung ist also an der Studie zumindest zu bemängeln, dass sie an einer sehr kleinen Gruppe von nicht austrainierten Versuchspersonen ohne entsprechende Kontrollgruppe durchgeführt wurde. Dass so schwerwiegende Manipulationen an einem der wichtigen Elemente des Sauerstofftransports, nämlich dem Hämoglobingehalt, zu Veränderungen der körperlichen Leistungsfähigkeit führen müssen, ist sicher einleuchtend. Dass aber neben dem Sauerstofftransportvermögen auch der Sauerstoffverbrauchskapazität durch die zelleigenen Atmungssysteme, nämlich die Mitochondrien, für das Dauerleistungsvermögen entscheidende Bedeutung zukommt, haben nicht zuletzt unsere eigenen Untersuchungen nachgewiesen. Diese Anpassungsvorgänge in der Muskelzelle lassen sich jedoch künstlich nicht manipulieren, sondern sie sind und bleiben einzig und allein eine Auswirkung systematischen und intensiven Trainings. Die Ergebnisse der beschriebenen schwedischen Studie wurden im übrigen in der Zwischenzeit in den USA durch ein sorgfältig angelegtes und statistisch sauber ausgewertetes Experiment widerlegt, bei welchem unter anderem auch eine Kontrollgruppe mitgeführt wurde (Melvin H. Williams, A. Ray Goodwin, Robin Perkins, and Jerald Bocrie; Effect of blood reinjection upon endurance capacity and heart rate. Medicine and Science in Sports **5**: 181-186, 1973).

Es ist zu hoffen, dass damit die Angelegenheit Blut-Doping bald wieder ad acta gelegt werden kann. Eine breitere Anwendung derartig eingreifender und durch vernünftige Massnahmen kaum zu kontrollierender Manipulationen mit dem Ziel, den sportlichen Erfolg um jeden Preis und auch mit allen möglichen künstlichen Mitteln anzustreben, würde nämlich nach unserer Auffassung dem Hochleistungssport seine Existenzberechtigung definitiv nehmen. Es mag angehen, dass man technische Systeme mit allen zur Verfügung stehenden Möglichkeiten auf Höchstleistung bringt, doch hat dies beim Menschen eben Grenzen, die man respektieren sollte. Man stelle sich nur einmal das Blut-Doping in der Praxis und in

letzter Konsequenz vor. Zu einem geeigneten Zeitpunkt müsste jedem Spitzensportler etwa die doppelte, üblicherweise bei Blutspenden entnommene Blutmenge abgezapft werden, und trotz der erheblichen Leistungseinbusse hätten die Athleten ihr hartes Trainingsprogramm weiterzuführen. Bei der Reise zu einem entscheidenden Wettkampf wie Weltmeisterschaft oder Olympische Spiele müssten im Gepäck die tiefgefrorenen roten Blutkörperchen jedes selektierten Athleten mitgeführt und demselben kurz vor dem entscheidenden Wettkampf wieder eingespritzt werden. Es braucht wohl nicht speziell hervorgehoben zu werden, dass die systematische Anwendung des geschilderten Verfahrens mit erheblichen Risiken verbunden wäre. Auch bei optimalen Lagerbedingungen, welche bei

Reisen ins Ausland sicher nicht immer gegeben wären, bestünde nämlich das Risiko, dass die Blutkonserve verdorbt, was bei der anschliessenden Wiederzufuhr zu ernsthaften Komplikationen führen müsste, die jedenfalls jeden Einsatz im sportlichen Wettkampf für Tage verunmöglichen müsste. Das Geheimnis des sportlichen Erfolges liegt einzig allein im richtig dosierten und systematisch durchgeführten Training und ist in keinem Fall durch noch so ausgeklügelte künstliche Manipulationen herbeizuzwingen. Aufgabe des verantwortungsbewussten Sportmediziners muss es sein, die Athleten und ihre Betreuer in diesem Sinne zu beraten und sich mit äusserster Vehemenz gegen immer wieder neu aufkommende Formen des Dopings einzusetzen.

Dopage sanguin (résumé)

Une étude faite dans les laboratoires physiologiques de l'académie de sport à Stockholm a fait croire dans le monde sportif qu'une méthode révolutionnaire avait été trouvée pour augmenter artificiellement la performance physique du sportif. Le procédé relativement simple consistait à prélever des quantités importantes de sang à des athlètes moyennement entraînés, deux fois en l'espace d'une semaine. Pendant les 4 semaines suivantes, ces sujets devenus ainsi anémiques et ayant subi de par ces prélèvements de sang une baisse notable de leur performance physique (30 pour cent) et de leur absorption maximale d'oxygène ($\dot{V}O_2$ max., 15 pour cent) suivirent un entraînement sévère sur une bicyclette ergométrique. A la fin des 4 semaines, ni leur $\dot{V}O_2$ max. ni leur performance physique n'avaient atteints leur valeurs initiales et les sujets étaient tou-

jours anémiques. La réinfusion à la fin de la période d'entraînement de leur propre sang, conservé soigneusement dans le réfrigérateur pendant ce temps-là, provoquait une augmentation sensible de la performance ainsi que de la $\dot{V}O_2$ max. de ces athlètes.

Un examen critique de cette étude fait toutefois conclure que d'autres facteurs très importants pour l'endurance, c'est-à-dire les processus d'adaptation à l'intérieur de la cellule musculaire ne sont pas ainsi manipulables. Un expériment ultérieur aux Etats-Unis a d'ailleurs réfuté les premiers résultats suédois. Si l'on considère l'embarras et les dangers non négligeables qu'entraînerait dans la pratique un tel procédé avant la compétition, il est facilement compréhensible que l'idée du dopage sanguin doit être abolie.