

Trinken und Leistungsfähigkeit in Beruf und Freizeit

von
Prof. Dr. oec. troph. Helmut Heseke, Fachgruppe Ernährung und Verbraucherbildung
und
Prof. Dr. med. Michael Weiß, Sportmedizinisches Institut
Universität Paderborn

Zusammenfassung

Wasser ist ein lebensnotwendiger, aber häufig übersehenes und unterschätztes Lebensmittel. Um gut mit Wasser versorgt zu sein, benötigt ein Erwachsener mit durchschnittlicher körperlicher Aktivität eine mittlere Gesamtwasserzufuhr von 2900 ml (Männer) bzw. 2200 ml (Frauen) in Form von nicht-coffeinhaltigen und nicht-alkoholischen Getränken, Suppen und anderen Lebensmitteln (Convertino et al., 1996) bzw. 2650 ml (Erwachsene, allgemein) (DGE et al., 2000). Feste Lebensmittel liefern bis zu 1000 ml Wasser, und Oxidationswasser trägt mit ca. 300 ml zur Deckung des täglichen Wasserbedarfs bei. Die Nationale Verzehrsstudie (NVS) und andere Studien deuten darauf hin, dass ein beachtlicher Anteil der Bevölkerung die von ernährungswissenschaftlichen und sportmedizinischen Fachgesellschaften empfohlene tägliche Flüssigkeitszufuhr nicht erreicht.

Es sind verschiedene Einflussfaktoren bekannt, die das Risiko für eine chronisch milde Dehydratation erhöhen. Hierzu zählen ein schwach ausgeprägtes bzw. zeitweise verdrängtes Durstempfinden, regelmäßiger und hoher Konsum diuretisch (harntreibend) wirkender Getränke wie Kaffee, Tee oder alkoholische Getränke, intensive sportliche Betätigungen in der Freizeit sowie trockene Luft und hochsommerliche Umgebungstemperaturen.

Ein Gewichtsverlust in Form von nur 2 % Flüssigkeit führt bereits nachweislich zu Einschränkungen der geistigen und körperlichen Leistungsfähigkeit (Armstrong und Epstein, 1999). Dies kann u.a. auch negative Auswirkungen auf das Konzentrations- und Reaktionsvermögen z. B. bei längeren Autofahrten und auf die Leistungsfähigkeit z. B. im Büro haben. Einige Untersuchungen zeigen außerdem, dass eine chronisch unzureichende Wasserzufuhr außerdem langfristig das Risiko zur Bildung von Harnsteinen und Entstehung von Krebserkrankungen des Dickdarms und der Harnwege erhöhen (Kleiner, 1999). Daher ist eine ausreichende Wasserzufuhr sowohl aus gesundheitlicher Sicht als auch für körperliche und geistige Leistungen immens wichtig.

Am sinnvollsten ist eine über den Tag verteilte, kontinuierliche Flüssigkeitszufuhr. Es bringt relativ wenig, tagsüber entstandene Flüssigkeitsdefizite am Abend aufzufüllen, da der Magen-Darmtrakt große Flüssigkeitsmengen nicht auf einmal aufnehmen kann. Zu den empfehlenswerten "echten" Durstlöschern zählen Trinkwasser (aufgesprudelt oder „pur“) und Mineralwasser (ohne oder mit Kohlensäure), Obstsaftschorlen sowie Früchte- oder Kräutertees. Genussmittel wie Kaffee, schwarzer Tee oder alkoholische Getränke sowie Milch sind als Durstlöcher eher ungeeignet. Häufig sind es äußere Umstände, die eine ausreichende Flüssigkeitszufuhr am Arbeitsplatz ver- oder behindern. Die Bereitstellung von Getränken in attraktiven Trinkgefäßen (z. B. Gläser, Karaffen), von Wasserspendern und Wassersprudlern erinnern ans Trinken und stellen somit wichtige Maßnahmen zur Erhöhung der Wasserzufuhr dar.

Einleitung

Physikalisch gesehen handelt es sich bei Wasser um eine farb-, geruch- und geschmacklose Flüssigkeit. Auch chemisch gesehen ist das aus zwei Wasserstoff- und einem Sauerstoffatom bestehende Wassermolekül eher einfach, ja fast schon banal aufgebaut. Aus physiologischer Sicht ist Wasser aber für alle Lebensformen der wichtigste Nährstoff überhaupt. Es ist allgemein bekannt, dass bei einem schweren Wassermangel akute Lebensgefahr durch Verdursten besteht. Ein Mensch kann ohne Wasserzufuhr unter optimalen Umgebungstemperaturen etwa eine Woche überleben (Williams, 1985). Unter ungünstigen klimatischen Bedingungen können starke Wasserverluste (z. B. bei Durchfall oder Erbrechen) schon nach wenigen Stunden zum Tode führen. Besonders im Sport wird immer wieder über Todesfälle berichtet, die sich infolge von Hitzschlägen ereignen, denn Wasser ist auch „Kühlmittel“ für den Körper.

Viel weniger bekannt ist, ob und wie sich im Berufsalltag oder bei Freizeitaktivitäten eine chronisch milde Dehydratation auf Gesundheit, Wohlbefinden und Leistungsfähigkeit auswirkt. Daher soll im weiteren die mögliche Bedeutung einer unzureichenden Flüssigkeitszufuhr auf die Leistungsfähigkeit mit Hilfe der aktuell verfügbaren wissenschaftlichen Literatur näher untersucht werden.

Der Wasserhaushalt

Der Wassergehalt des menschlichen Körpers variiert in Abhängigkeit vom Körperfettgehalt, Alter, Geschlecht sowie Körpergewicht und beträgt im Mittel 50-60 % (Morlion, 1997). Da die fettfreie Körpermasse einen relativ konstanten Wassergehalt von 71 % aufweist, verfügen muskulöse Menschen (~ 70 %) über einen wesentlich höheren Gesamtwassergehalt als adipöse (übergewichtige) Menschen (~ 40 %). Der Körper von Frauen weist aufgrund des natürlicherweise höheren Fettgehalts im Durchschnitt einen um 10 % geringeren Wassergehalt auf als der von Männern (Sheng, 2000).

Unter normalen Umständen wird der Wassergehalt des menschlichen Körpers sehr genau durch die Nierentätigkeit kontrolliert, so dass es nur zu geringen Schwankungen kommt. Bei einem normalen Körperwassergehalt wird von einer *Normohydration* oder *Euhydration* gesprochen. Bei einem Wasserdefizit kommt es zu einer *Hypohydration* und umgekehrt bei einer Überwässerung des Körpers zu einer *Hyperhydration*.

Im Falle einer zu geringen Wasserzufuhr steigt die Elektrolytkonzentration im Blut an (Abb. 1). Elektrolyte sind die Mineralstoffe, die eng mit dem Wasserhaushalt verknüpft sind (z.B. Natrium, Kalium, Magnesium, Chlorid). Das Blut wird hyperton. Da die Konstanz des Blutvolumens von großer physiologischer Bedeutung ist, führt dies zu einem Einstrom von Wasser aus den Zellen in die Blutgefäße. Als Osmorezeptoren bezeichnete Zellen im Hypothalamus (= Durstzentrum) registrieren bereits geringe Veränderungen des osmotischen Drucks und leiten normalerweise eine Gegenregulation ein. Osmorezeptoren veranlassen die benachbarte Hypophyse als der übergeordneten Steuerungsdrüse, ein als ADH (= antidiuretisches Hormon) bezeichnetes Hormon freizusetzen. Dieses Hormon gelangt über den Blutkreislauf zu den Nieren und führt dort zu einer verstärkten Rückabsorption von Wasser, d.h. einer Verminderung der Urin-

ausscheidung (Wrong, 2000). Dieser Rückkoppelungsmechanismus ist sehr effizient und gewährleistet unter normalen Bedingungen eine Konstanzhaltung des Körperwassers und des Blutvolumens.

Die Farbe des Urins spiegelt sehr gut den Hydratationszustand eines Menschen wider. Beim gesunden Menschen ist z. B. ein kräftig gefärbter, konzentrierter Urin ein empfindliches Zeichen für eine unzureichende Wasserzufuhr (Shirreffs, 2000). Verliert der Körper mehr als 0,5 % (0,5 - 1,0 %) seines Körpergewichts in Form von Wasser (0,3 - 0,4 l), dann entsteht bereits ein erstes Durstgefühl, das mit weiter abnehmendem Wassergehalt des Körpers zunehmend stärker wird (Sawka und Montain, 2001). Das Auslösen eines Durstsignals stellt eine wichtige psychologische Regelgröße des Flüssigkeitshaushalts dar und veranlasst den Menschen, seine Wasserbilanz auszugleichen, d. h. zu trinken. Normalerweise ist der Durst bzw. das Trinkbedürfnis ein gutes Maß für den Wasserbedarf des Körpers. Unter körperlicher Belastung, besonders bei hohen Umgebungstemperaturen stellt der Durst gelegentlich allerdings nur ein unzureichendes Signal dar (Williams, 1997). Beim konzentrierten Arbeiten z. B. am PC oder bei langen Autofahrten wird das Durstgefühl auch schon einmal unterdrückt. Umgekehrt werden bei einer Hyperhydratation ebenfalls Hormonsysteme stimuliert, die eine vermehrte Wasserausscheidung bewirken.

Einfluss von Wasser auf die körperliche Leistungsfähigkeit

Einer der wichtigsten Faktoren, welche die körperliche Leistungsfähigkeit beeinflussen, ist die aktuelle Umgebungstemperatur. Besonders, wenn zusätzlich zur vermehrten Wärmeproduktion durch körperliche Belastung eine hohe Umgebungstemperatur von außen auf den Organismus einwirkt, kann es zu Störungen des Wasser- und Elektrolythaushalts sowie der Temperaturregulation kommen. Diese Faktoren können besonders die Ausdauerleistungsfähigkeit äußerst negativ beeinflussen und im Extremfall zu Todesfällen führen.

Eine herausragende Bedeutung des Wassers liegt in seiner Beteiligung an der Regulierung der Körpertemperatur. Wasser ist der Hauptbestandteil von Schweiß. Durch die Verdunstung von Wasser an der Hautoberfläche wird überschüssige Wärme abgegeben. Wasser ist einer der wenigen Nährstoffe, dessen ausreichende Zufuhr vor einer intensiven sportlichen Aktivität eindeutig eine leistungssteigernde Wirkung beigemessen wird.

Die normale Körpertemperatur in Ruhe liegt zwischen 36,1 und 37,2 °C . Die Aufrechterhaltung der Körpertemperatur erfolgt durch die kontinuierliche Verbrennung von Kohlenhydraten, Fetten und Eiweißen. Verschiedene Bedingungen können aber zu einer erheblichen Steigerung der Wärmeproduktion führen. Hierzu zählen:

- körperliche Aktivität
- Infektionskrankheiten
- erhöhte Stoffwechselaktivität
- Kältezittern

Auch wenn der Mensch in der Lage ist, eine größere Abweichung von der normalen Körpertemperatur kurzfristig zu überleben, sind optimale physiologische Funktionen nur in dem

Temperaturbereich von 36 bis 40°C gewährleistet. Wird die kritische Grenze von 40,5° C überschritten, dann kommt es in Verbindung mit Wasser- und Elektrolytverlusten zu massiven Funktionsverlusten und zu schweren Gesundheits- bzw. Hitzeschäden (Sheng, 2000).

Um die Körpertemperatur in dem physiologischen Bereich konstant zu halten, verfügt der menschliche Organismus über verschiedene Möglichkeiten, die Wärmeabgabe zu erhöhen. Hierzu zählen:

- Strahlung:** Wärmeabgabe durch Strahlung, die der Körper an die Umgebung abgibt (*funktioniert nur, wenn die Körpertemperatur höher als die Umgebungstemperatur ist*)
- Konvektion:** Wärmeabgabe durch aktiven Transport (z. B. durch Luftbewegung)
- Wärmeleitung:** Wärmeabgabe durch direkten physischen Kontakt mit einem kühleren Gegenstand
- Verdunstung:** Wärmeabgabe durch Umwandlung von Flüssigkeit in Dampf, bei der Verdunstungskälte entsteht. Die Wasserabgabe über die Haut erfolgt einerseits unbemerkt und passiv als sogenannte *Perspiratio insensibilis* und andererseits aktiv als sogenannte *Perspiratio sensibilis*, z.B. bei vermehrter Wärmeproduktion durch körperliche Belastung.

Während körperlicher Aktivität kommt es zu einer erhöhten Wärmeproduktion. Um eine Überhitzung des Körpers zu verhindern, muss vermehrt Wärme durch Strahlung, Konvektion, Wärmeleitung und/oder Verdunstung abgegeben werden. Unter bestimmten Bedingungen kann es zu einer Überhitzung (= Hyperthermie) kommen. Die Entstehung einer Hyperthermie wird durch folgende Faktoren gefördert:

- Lufttemperatur:** bei Temperaturen über 25° C und starker Sonneneinstrahlung kann es zu Hitzeschäden kommen.
- Luftfeuchtigkeit:** eine hohe Luftfeuchtigkeit behindert die Schweißbildung und die Effektivität der Wärmeabgabe. Bei einer Luftfeuchtigkeit von 90-100 % tendiert die Wärmeabgabe durch Verdunstung gegen Null. Vorsicht ist bereits angebracht, wenn bei einer Luftfeuchtigkeit von 50-60 % gleichzeitig eine hohe Lufttemperatur besteht.
- Luftbewegung:** eine kleine Luftbewegung dient bereits der Wärmeabgabe und trägt erheblich zur Kühlung bei.
- Strahlung:** direkte Sonnenbestrahlung oder Bodenabstrahlung (z. B. beim Laufen auf heißem Straßenbelag) lassen die Körpertemperatur zusätzlich ansteigen.

Jedes Gramm Wasser, das auf der Haut verdunstet, entzieht dem Körper 0,58 kcal (Sheng, 2000). Die bei einem einstündigen Lauf entstehende Wärme (ca. 720 kcal) würde ohne die beschriebenen Wärmeregulationsmechanismen den Körper auf ca. 50° C aufheizen. Um 720 kcal Wärme abzugeben, müssen bei einer moderaten Außentemperatur ca 1,2 l Schweiß auf der Haut verdampfen. Da jedoch längst nicht der ganze Schweiß verdunstet, sondern der größere Teil ohne Kühleffekt nutzlos abtropft, ist der Gesamtwasserverlust während eines

einstündigen Laufs ca. 3 l. Die maximale Schweißmenge, die verdunstet kann, wird mit 30 ml/min bzw. 1,8 l/h angegeben (Clapp et al., 2002).

Folgen einer unzureichenden Wasserzufuhr

Milde Dehydratation

Eine gesteigerte Abnahme von Körperflüssigkeit (mehr als 1 %) ohne eine entsprechende Flüssigkeitsaufnahme wird als Dehydratation (= Austrocknung, Wasserverlust), ein Verlust von 1-2 % wird als milde Dehydratation bezeichnet (Kleiner, 1999).

Erhöhte Flüssigkeitsverluste können über den Magen-Darm-Trakt, die Atemluft, über den Urin oder über die Haut erfolgen. Bei fiebrigen Erkrankungen oder starken körperlichen Anstrengungen treten besonders starke Flüssigkeitsverluste auf. Auch bei verschiedenen Erkrankungen (z. B. der Nieren) kann es zu einem starken Flüssigkeitsungleichgewicht kommen. Eine Dehydratation kann akut, z. B. in Folge einer äußerst intensiven körperlichen Anstrengung mit großen Schweißverlusten oder chronisch, in Folge einer über einen längeren Zeitraum unzureichenden Rehydratation der obligaten, täglichen Wasserverluste entstehen.

Es wird prinzipiell zwischen drei Arten der Dehydratation unterschieden (Oh und Uribarri, 1999):

1. Isotone Dehydratation: Eine isotone Dehydratation bedeutet, dass sich der osmotische Druck des Extrazellularraumes nicht ändert, da der Verlust von Wasser und Salz (Natrium) im gleichen Verhältnis erfolgt. Dies ist vor allem bei unzureichender Wasser- und Natriumzufuhr der Fall, aber auch bei Durchfall und Erbrechen.
2. Hypertone Dehydratation: Eine hypertone Dehydratation entsteht beim Verlust von freiem Wasser ohne entsprechendem Verlust von Salz (Natrium). Dies kann bei Fieber und Verdursten der Fall sein.
3. Hypotone Dehydratation: Eine hypotone Dehydratation entsteht, wenn im Verhältnis zur Wassermenge zu wenig Salz (Natrium) vorhanden ist. Dies geschieht bei einer überhöhten Salzausscheidung, wie z. B. bei starkem Schwitzen. Diese Art der Dehydratation spielt bei starken körperlichen Belastungen eine wichtige Rolle.

Die obligaten Wasserverluste über Lunge, Niere, Haut und Darm betragen ca. 50 ml/h. Wird abends nur wenig und vor bzw. während der Arbeitszeit nichts getrunken, dann bedeutet dies, dass von 20 Uhr des Vortages bis zum Ende der täglichen Arbeitszeit um 17 Uhr bei normalen Klimabedingungen immerhin ein Flüssigkeitsverlust von über 1000 mL Wasser eingetreten ist. Bezogen auf den Gesamtkörper einer 75 kg schweren Frau bedeutet dies eine Abnahme deutlich über einem 1 %. Sommerliche Temperaturen führen schnell zu noch weit höheren Wasserverlusten.

Flüssigkeitsverluste von nur 2 % vermindern bereits die körperliche und geistige Leistungsfähigkeit. Negative Effekte wirken sich dabei besonders deutlich im Bereich der aeroben Ausdauer aus. Dies wird mit dem negativen Einfluss auf die Herz-Kreislauf-Funktion bzw. die Temperaturregulation begründet (Sawka, 1992). Werden die Flüssigkeitsverluste nicht rechtzeitig ersetzt, wird Blut und Gewebe zunehmend Wasser entzogen. Das Blut fließt langsamer und harnpflichtige Substanzen können nicht mehr in ausreichendem Umfang

ausgeschieden werden. Gleichzeitig ist die Versorgung der Muskel- und Gehirnzellen mit Sauerstoff und Nährstoffen herabgesetzt. Bei neutraler Umgebungstemperatur führte bereits ein Flüssigkeitsverlust von 2 % zu einer Verschlechterung der Leistungsfähigkeit um 4-8 % (Greenleaf, 1992). Die weitere Abnahme der Leistungsfähigkeit geht parallel mit dem Ausmaß der Dehydratation einher: je größer der Wasserverlust, desto stärker die Leistungseinschränkung.

Bei einer Hypohydratation von mehr als 3 % Gewichtsverlust ist eine Rehydratation nicht innerhalb kurzer Zeit durch das Trinken von Wasser möglich. Eine komplette Rehydratation benötigt 16-24 h und erfolgt zweckmäßigerweise durch die gleichzeitige Aufnahme von Wasser und elektrolyt- bzw. mineralstoffhaltigen Lebensmitteln, z.B. Kartoffeln, Bananen, Gemüse, Nüsse (Kleiner, 1999).

Der diuretische Effekt von Kaffee wurde in einigen gut kontrollierten Studien untersucht. Bei 12 gesunden jungen Personen kam es nach Trinken von sechs Tassen Kaffee/Tag mit 650 mg Coffein zu einer negativen Flüssigkeitsbilanz und einer um 750 ml erhöhten Wasserausscheidung. Trotz dieser objektiven Dehydratation berichteten nur 2 Probanden über ein vermehrtes Durstgefühl (Neuhäuser-Berthold et al., 1997).

Eine Abnahme des Blutvolumens führt zu einer Verminderung des Herzminutenvolumens, zu einem messbaren Anstieg der Herzfrequenz und einem Abfall des Schlagvolumens sowie zu einer Herabsetzung der Schweißbildung (Montain und Coyle, 1992). Der hieraus resultierende Anstieg der Körperkerntemperatur wirkt sich durch eine vorzeitige zentrale Ermüdung negativ auf mentale Prozesse aus. Zusätzlich können Störungen des intrazellulären Flüssigkeits- und Elektrolytspiegels den Energiestoffwechsel auftreten und ebenfalls zu einer Leistungsver schlechterung beitragen.

Der mögliche Einfluss einer Dehydratation auf die geistige Leistungsfähigkeit wurde bisher nur in wenigen Studien untersucht. Die Ergebnisse dieser Studien machen es wahrscheinlich, dass es bei einer milden Dehydratation bereits zu Einbußen der Aufmerksamkeit und der geistigen Konzentrationen kommt (Salmon, 1994; Burke, 1997; Naghii, 2000).

Gopinathan et al. (1988) stellten ihre Probanden zunächst durch eine restriktive Wasseraufnahme und körperliches Training auf unterschiedliche Dehydratationslevel ein und führten dann verschiedene psychologische Tests (u.a. Kurzzeitgedächtnis, Lösung mathematischer Aufgaben) durch. Von einem Flüssigkeitsverlust von 2 % an kam es zu signifikanten Verschlechterungen der gemessenen mentalen Funktionen.

Choma et al. (1998) stellten bei Sportlern, die zum Erreichen eines niedrigeren Wettkampfgewichts gezielt Körpergewicht in Form von Körperwasser verloren hatten, ebenfalls ein verschlechtertes Kurzzeitgedächtnis und Störungen der Allgemeinbefindlichkeit fest.

Cian et al. (2001) beobachteten bei dehydrierten gegenüber euhydrierten Probanden ebenfalls schlechtere Leistungen bei psychologischen Tests.

In einer weiteren Trinkstudie, durchgeführt von Lehl (zit. nach Wolf, 2001) wurde überprüft, ob ein Flüssigkeitsmangel die Aufmerksamkeit und die Gedächtnisleistungen von Studenten beeinflusst.

In drei aufeinander folgenden Versuchen über je zwei Tage durfte jeder der Testpersonen entweder:

- a) bei Bedarf trinken
- b) den Flüssigkeitsverlust in Höhe des Schweißverlustes plus 0,5 l Wasser trinken
- c) an den beiden Versuchstagen nur insgesamt 0,5 l Flüssigkeit trinken (= *dehydrierter Zustand*)

Im dehydrierten Zustand konnten sich die Versuchspersonen Informationen schlechter merken. Der Autor führt dies auf eine Beeinträchtigung des Kurzzeitgedächtnisses durch den herbeigeführten Wassermangel zurück. Da auch pro Zeiteinheit weniger Informationen als sonst verarbeitet werden konnten, agierten dehydrierte Personen langsamer, waren weniger flexibel, verloren leichter die Übersicht und hatten größere Schwierigkeiten, komplexe Zusammenhänge zu verstehen. Die beobachteten Leistungseinbußen traten auf, ohne dass diese von den moderat dehydrierten Probanden selbst wahrgenommen worden waren.

Insgesamt gesehen stimmen die Ergebnisse aus den zahlreichen Studien, die den Einfluss einer unzureichenden Wasserzufuhr auf die körperliche Leistungsfähigkeit untersuchen, weitgehend überein. Erstaunlich ist, dass aus neuerer Zeit nur einige wenige arbeitsmedizinischen Untersuchungen über die Bedeutung einer Hypohydratation am Arbeitsplatz vorliegen (Clapp et al., 2002).

Schwere Dehydratation und Hitzeschäden

Eine Abnahme des Körperwassers um 3 % führt bereits zu einem Rückgang der Speichelsekretion und der Harnproduktion mit dunkel gefärbtem Urin sowie zu Kopfschmerzen, Mundtrockenheit und Verstopfung.

Burge et al. (1993) untersuchten den Einfluss einer Hypohydratation (-3%) auf die Leistungen beim Rudern. Im hypohydrierten Zustand benötigten die Ruderer für ein 2-km-Strecke 22 Sekunden länger als im euhydrierten Zustand.

Bei hoher Umgebungstemperatur führte bei Probanden ein moderater Wasserverlust von 2-4 % zu einer Reduktion der maximalen aeroben Leistungsfähigkeit von 10-27 % und der Arbeitskapazität von 22-48 % (Sawka und Neuffer, 1994). Mit der aeroben Leistungsfähigkeit bzw. der Ausdauerleistungsfähigkeit wird die maximale Sauerstoffaufnahmekapazität (VO_2max) beschrieben. Darunter versteht man die maximale Menge an Sauerstoff, die ein Individuum der Luft entnehmen, zu den Organen transportieren und dort verwerten kann. Unter Arbeitskapazität (PWC= physical work capacity) versteht man die auf eine bestimmte Herzfrequenz bezogene Leistungsfähigkeit. Die Arbeitskapazität wird mit dem Ergometer (in Watt) gemessen.

Bei einer Abnahme um 5 % treten Tachykardien (= beschleunigter Puls) ein, und die Körpertemperatur steigt. Schon nach 2 bis 4 Tagen ohne Wasserzufuhr treten Übelkeit, Schwindelgefühle, Kopfschmerzen, Durchblutungsstörungen, Erbrechen und Muskelkrämpfe auf. Ein Wasserverlust von 10 % führt zu Verwirrtheitszuständen. Ein Wasserdefizit von mehr als

20 % führt unweigerlich zum Tode durch Nieren- und Kreislaufversagen (Sawka und Montain, 2001).

Hitzeerschöpfung infolge von Wasserverlust ist eine der häufigsten Formen des Hitzeschadens. Blutgefäße der Haut sind stark erweitert und weisen eine erhöhte Fassungskapazität auf. Auch das relative Blutvolumen nimmt ab, der Blutdruck fällt und es kommt auf Grund einer verminderten Hirndurchblutung zu Schwindelerscheinungen bis hin zur Ohnmacht. Typische Symptome sind Erschöpfung und manchmal auch Erbrechen; die Haut ist blass, kalt und schweißbedeckt.

Der Hitzschlag ist die gefährlichste Form des Hitzeschadens, er kann tödlich enden. Besonders gefährdet sind neben älteren Menschen vor allem Kinder und Jugendliche, wenn sie sich unter Hitzebedingungen intensiv körperlich belasten. Hitzeschäden werden zunehmend beobachtet, da heute mehr Menschen an Volksläufen teilnehmen, die auch bei Temperaturen über 25° C durchgeführt werden. Die Teilnehmer sind oft unzureichend vorbereitet und auch über die Risiken schlecht informiert.

Chronisch defizitäre Wasserzufuhr

Bereits Hippokrates empfahl zur Vorbeugung gegen Nierensteine regelmäßig ausreichend Wasser zu trinken (Borghi et al., 1996). Damit ist eine ausreichend hohe Wasserzufuhr die älteste existierende Empfehlung zur Behandlung von Nierensteinen. In Deutschland, Europa und den USA sind 8-15 % der Bevölkerung irgendwann in ihrem Leben von Nierensteinen betroffen. Unter trocken-heißen klimatischen Bedingungen wie in Saudi-Arabien sind es sogar bis zu 20 % (Pak, 1998). Die Steinhäufigkeit ist bei Männern doppelt so hoch wie bei Frauen und nimmt mit dem Alter zu (Tuma und Hess, 2001). Nierensteinerkrankungen weisen eine hohe Rezidivneigung auf. Bei mehr als die Hälfte aller Patienten kommt es innerhalb von 10-20 Jahren zu einer wiederholten Bildung (Uribarri et al., 1989). Es sind viele Risikofaktoren bekannt, die eine Nierensteinbildung begünstigen (Sowers et al., 1998). Besonders häufig kommt diese Erkrankung in Bevölkerungsgruppen vor, die traditionell wenig trinken und nur eine geringe Urinmenge produzieren (Borghi et al., 1999). Bei Nierensteinpatienten wurde eine um 25 % niedrigere Urinmenge gemessen als bei gesunden Kontrollpersonen (Borghi et al., 1996). Eine Erhöhung der Wasserzufuhr ist die einzige und zugleich preiswerteste Maßnahme, die in der alltäglichen Praxis leicht umzusetzen ist und sich in vielen Untersuchungen als wirksame Vorbeugung erwiesen hat (Kleiner, 1999). Wenn die Wasserzufuhr so erhöht wird, dass 2-2,5 l Urin produziert werden können, wird auch ohne weitere Veränderungen der Nahrungszufuhr und ohne die Einnahme von Arzneimitteln bei den meisten Patienten eine erneute Bildung von Steinen vermieden (Borghi et al., 1996).

Einfache Möglichkeiten zum Überprüfen der Wasserversorgung

Zum eigenen Beurteilen des Versorgungszustandes mit Wasser können einfache Tests herangezogen werden.

Urin: bei ausreichender Wasserzufuhr ist der Urin von blass-gelber Farbe und weist keinen strengen Geruch auf. Geringe Urinmengen von dunkler Farbe sowie intensivem Geruch und seltene Toilettengänge deuten auf eine unzureichende Wasserversorgung hin.

Körpergewicht: Ursache eines Gewichtsverlusts vor und nach körperlichen Aktivität ist in erster Linie ein Wasserverlust

Haut und Schleimhäute: trockene Haut, Lippen und Mund sind ebenfalls Symptome einer Dehydratation.

Risikogruppen

- Angestellte in überhitzten Büros/Arbeitsplätzen
- Freizeitsportler, die bei hohen Außentemperaturen aktiv sind (z.B. Tennisspiel in der Mittagshitze)
- Personen, die bei sommerlicher Hitze lange Autofahrten unternehmen
- Spaziergänger/Wanderer, die in der Sommerhitze unterwegs sind
- Hitzearbeiter (z.B. Bergarbeiter, Hochofenarbeiter)

Empfehlungen

In den 50er und 60er Jahren des letzten Jahrhunderts wurden häufig Hitzeschäden bei Soldaten beobachtet. Diese hatten ihre Ursache nicht zuletzt in unvernünftigen Vorschriften, die einen adäquaten Flüssigkeitsersatz verhinderten. Aus daraufhin durchgeführten sport- und arbeitsmedizinischen Untersuchungen wurden dann neue Empfehlungen zur Flüssigkeitszufuhr bei starker körperlicher Arbeit unter hohen Umgebungstemperaturen abgeleitet und nachhaltig umgesetzt. Diese gut kontrollierten Untersuchungen zeigten ebenfalls, dass starke Flüssigkeitsverluste zu einer deutlichen Einschränkung der Leistungsfähigkeit führen, während sich umgekehrt vorzeitige Erschöpfungszustände durch rechtzeitigen Flüssigkeitsersatz verhindern lassen (Williams, 1985).

Flüssigkeitsersatz ist die wirksamste Methode, um einen Leistungsabfall durch Flüssigkeitsverluste auszugleichen bzw. vorzubeugen. Flüssigkeitszufuhr sollte längst beginnen, bevor Durst verspürt wird (Latzka und Montain, 1999).

Am sinnvollsten ist eine über den Tag verteilte, kontinuierliche Flüssigkeitszufuhr. Die Magenentleerung steigt zunächst in Abhängigkeit von der Trinkmenge an. Flüssigkeitsmengen von über 500 ml bewirken allerdings eine verlangsamte Magenentleerung. Zusätzlich verschlechtert auch ein Dehydratationszustand die Flüssigkeitsentleerung im Magen (Sawka und Neuffer, 1994). Außerdem führen große Flüssigkeitsmengen aufgrund der Überdehnung des Magens nicht selten zu Bauchschmerzen (Costill, 1990; Maughan und Leiper, 1999). Daher bringt es relativ wenig, z. B. tagsüber entstandene Flüssigkeitsdefizite am Abend – innerhalb kurzer Zeit – aufzufüllen.

Trinken am Arbeitsplatz oder beim Autofahren

Um eine ausreichende Flüssigkeitsversorgung zu gewährleisten, sollte:

- für kontinuierliche Flüssigkeitszufuhr über den Tag gesorgt werden,

- zu den Mahlzeiten grundsätzlich Wasser gereicht werden,
- Trinkwasser (aufgesprudelt oder „pur“) und Mineralwasser als besonders geeignete Durstlöscher im Haushalt, am Arbeitsplatz und am Ort der Freizeitbeschäftigung ständig verfügbar sein.
- Getränke sollten kühl aber nicht kalt sein. Dies stimuliert die Flüssigkeitszufuhr.
- Zur Tasse Kaffee oder Tee ein Glas Wasser getrunken werden .
- besonders an heißen Tagen auch dann getrunken werden, wenn man keinen Durst verspürt . Denn Durst ist nur ein schlechter Regulator für den Flüssigkeitsbedarf.

Trinken am Urlaubsort und an heißen Sommertagen

Ein 5 km Spaziergang an Isar, Rhein, Main oder Elbe kann bei normalen Temperaturen ohne Wasserflasche erfolgen. Bei gelegentlich auch bei uns vorkommenden tropischen Temperaturen von über 30° C oder beim Urlaub in der Karibik, im Death Valley oder am Nil kann eine Wanderung ohne Wasserflasche schnell zu ernsthaften Gesundheitsproblemen führen. Daher sollten bei tropischer oder subtropischer Hitze bei längerem Aufenthalt im Freien:

- ständig ein Wasserflasche mitgeführt werden,
- in regelmäßigen Abständen – auch ohne Durstgefühl – getrunken werden,
- anstrengende Tätigkeiten in die kühleren Morgen- oder Abendstunden verlegt werden.

Trinken beim intensiven Freizeitsport

Wer Leistungseinbrüche vermeiden und Hitzeschäden vorbeugen will, sollte vor einer zu erwartenden intensiven Ausdauerbelastung z. B. beim Freizeitsport:

- am Tag vorher ausgewogen essen und ausreichend trinken .
- 15-30 min vorher 300-500 ml eines kühlen Getränks trinken
- während der Belastung alle 15 bis 20 min 100-200 ml eines kühlen (15-22° C) Getränks zu sich nehmen . Hierdurch wird bei mäßigem Schwitzen eine ausgeglichene Flüssigkeitsbilanz erreicht.
- in der Erholungsphase nach der Ausdauerbelastung zumindest soviel Flüssigkeit zuführen n, so dass das Ausgangskörpergewicht wieder erreicht wird.
- Sich bei schwül-warmen Wetter oder bei hochsommerlichen Temperaturen nicht überanstrengen. .
- bei hochsommerlicher Hitze , eine schattige Umgebung aufsuchen oder die Aktivitäten auf die frühen Morgen- oder Abendstunden verlegen.
- auf Warnsymptome eines beginnenden Hitzeschadens, wie Frösteln, Gänsehaut, Benommenheit, Schwäche, Ermüdung, Desorientierung, Übelkeit, Kopfschmerzen etc. achten . Bei Auftreten derartiger Symptome: sofort Schatten aufsuchen und kühle Getränke aufnehmen.

Literatur

- Armstrong, L.E., Epstein, Y.: Fluid-electrolyte balance during labor and exercise: concepts and misconceptions. *Int. J. Sport Nutr.* 9: 1-12 (1999)
- Borghgi, L., Meschi, T., Amato, F., Briganti, A., Guerra, A., Allegri, F., Novarini, A., Giannini, A.: Urinary volume: stone risk factor and preventive measure. *Nephron* 81(Suppl.): 31-37 (1999)
- Borghgi, L., Meschi, T., Schianchi, T., Briganti, A., Novarini, A.: Fluid balance during team sports. *J. Sports Sci.* 15: 287-295 (1997)
- Borghgi, L., Meschi, T., Amato, F., Briganti, A., Novarini, A., Giannini, A.: Urinary volume, water and recurrences in idiopathic calcium nephrolithiasis: a 5-year randomized prospective study. *J. Urol.* 155: 839-843 (1996)
- Burge, C.M., Carey, M.F., Payne, W.R.: Rowing performance, fluid balance, and metabolic function following dehydration and rehydration. *Med. Sci. Sports Exerc.* 25: 1358-1364 (1993)
- Burke, L.M.: Fluid balance during team sports. *J. Sports Sci.* 15: 287-295 (1997)
- Choma, C.W., Sforzo, G.A., Keller, B.A.: Impact of rapid weight loss on cognitive function in collegiate wrestlers. *Med. Sci. Sports Exerc.* 30:746-9 (1998)
- Cian, C., Barraud, P.A., Melin, B., Raphel, C.: Effects of fluid ingestion on cognitive function after heat stress or exercise-induced dehydration. *Int. J. Psychophysiol.* 42: 243-251 (2001)
- Clapp, A.J., Bishop, P.A., Smith, J.F., Lloyd, L.K., Wright, K.E.: A review of fluid replacement for workers in hot jobs. *AIHAJ* 63:190-198 (2002)
- Convertino, V.A., Armstrong, L.E., Coyle, E.F., Mack, G.W., Sawka, M.N., Senay, L.C., Sherman, W.M.: American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement. *Med. Sci. Sports Exerc.* 28(1): i-vii (1996)
- Costill, D.: Gastric emptying of fluids during exercise. In: Gisolfi, C., Lamb, D. (Hrsg.): *Perspectives in exercise science and sports medicine*. Benchmark, Indianapolis (1990)
- DGE, ÖGE, SGE, SVE: Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. Umschau Braus Verlag, Frankfurt (2000)
- Gopinathan, P.M., Pichan, G., Sharma, V.M.: Role of dehydration in heat stress-induced variations in mental performance. *Arch. Environ. Health* 43: 15-7 (1988)
- Greenleaf, J.: Problem: Thirst, drinking behavior, and involuntary dehydration. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 24: 645-656 (1992)
- Kleiner, S.M.: Water: an essential but overlooked nutrient. *J. Am. Diet. Assoc.* 99: 200-206 (1999)
- Latzka, W.A., Montain, S.J.: Water and electrolyte requirements for exercise. *Clin. Sports Med.* 18: 513-24 (1999)
- Maughan, R.J., Leiper, J.B.: Limitations to fluid replacement during exercise. *Can. J. Appl. Physiol.* 24:173-187 (1999)
- Montain, S., Coyle, E.: Influence of graded dehydration on hyperthermia and cardiovascular drift during exercise. *J. Appl. Physiol.* 73: 1340-1350 (1992)
- Morlion, B.J.: Wasser, Elektrolyte und Säuren-Basen-Haushalt. S. 159-161. In: Biesalski, H.K. et al. (Hrsg.). *Ernährungsmedizin*. 2. Aufl., Thieme, Stuttgart (1999)
- Naghii, M.R.: The significance of water in sport and weight control. *Nutr. Health* 14:127-132 (2000)
- Neuhäuser-Berthold, M., Beine, S., Verwied, S.C., Luhrmann, P.M.: Coffee consumption and total body water homeostatis as measured by fluid balance and bioelectrical impedance analysis. *Ann. Nutr. Metab.* 41: 29-36 (1997)

- Oh, M.S., Uribarri, J.: Electrolytes, water, and acid-base balance. S. 105-139. In: Shils, M.E., Olson, J.A., Shike, M., Ross, A.C. (Hrsg.): Modern nutrition in health and disease. 9. Auflage. Williams&Willkins, Baltimore (1999)
- Pak, C.Y.: Kidney stones. *Lancet* 351:1797-801 (1998)
- Rogers, P.J., Kainth, A., Smit, H.J.: A drink of water can improve or impair mental performance depending on small differences in thirst. *Appetite* 36: 57-58 (2001)
- Salmon, P.: Nutrition, cognitive performance, and mental fatigue. *Nutrition* 10: 427-428 (1994)
- Sawka, M.: Physiological consequences of hypohydration: exercise performance and thermoregulation. *Med. Sci. Sports Exerc.* 24: 657-670 (1992)
- Sawka, M.N., Montain, S.J.: Fluid and electrolyte supplementation for exercise heat stress. *Am. J. Clin. Nutr.* 72: 564S-572S (2000)
- Sawka, M.N., Montain, S.J.: Fluid and electrolyte balance: effects on thermoregulation and exercise in the heat. S. 115-124. In: Bowman, B.A., Russell, R.M. (Hrsg.): Present Knowledge in Nutrition. ILSI Press Washington (2001)
- Sawka, M.N., Neuffer, P.D.: Interaction of water bioavailability, thermoregulation, and exercise performance. S. 85-94. In: IOM (Hrsg.) Fluid replacement and heat stress. National Academy Press, Washington (1994)
- Sheng, H.P.: Body fluids and water balance. S. 843-865. In: Stipanuk, M.H.: Biochemical and physiological aspects of human nutrition. Saunders, Philadelphia (2000)
- Shirreffs, S.M.: Markers of hydration status. *J. Sports Med. Phys. Fitness* 40: 80-84 (2000)
- Sowers, M.R., Jannausch, M., Wood, C., Pope, S.K., Lachance, L.L., Peterson, B.: Prevalence of renal stones in a population-based study with dietary calcium, oxalate, and medication exposures. *Am. J. Epidemiol.* 147: 914-920 (1998)
- Tuma, J., Hess, B.: Nephrolithiasis. *Schweiz. Med. Forum* 41: 1019-1024 (2001)
- Uribarri, J., Oh, M.S., Carrol, H.J.: The first kidney stone. *Ann. Intern. Med.* 111: 1006-1009 (1989)
- Williams, M.H.: Nutritional aspects of human physical and athletic performance. 2. Ed. Charles Thomas Publisher, Springfield (1985)
- Williams, M.H.: Ernährung, Fitness und Sport. Ullstein Mosby, Berlin (1997)
- Wolf, E.: Wer öfter trinkt, kann besser denken. *Pharmazeutische Zeitung* 26: 2240-2241 (2001)
- Wrong, O.: Water and monovalent electrolytes. S. 149-163. In: Garrow, J.S., James, W.P.T., Ralph, A. (Hrsg.): Human nutrition and dietetics. Churchill Livingstone, Edinburgh (2000)

Abb. 1: Rückkoppelungsmechanismen in der Kontrolle des Wasserhaushalts

