

运动和补液

总编译: 王香生 (香港中文大学 体育运动科学系)

Editor-in-Chief: Stephen H. S. WONG, Ph.D., FACSM.

(Department of Sports Science and Physical Education, The Chinese University of Hong Kong)

翻译: 陈亚军、王香生 (香港中文大学 体育运动科学系)

任琦 (华南师范大学 体育科学学院)

Translator:

Yajun CHEN, Ph.D, Stephen H. S. WONG, Ph.D., FACSM.

(Department of Sports Science and Physical Education, The Chinese University of Hong Kong)

Qi REN, Ph.D.

(Faculty of Sports Science, South China Normal University)

概要

本立场声明对运动时个人保持适当水分提供有关水分补充的指引。运动时水分补充的目标就是在开始做运动的时候能够汲取足够的水分, 保持正常的血浆电解质水平。除了正常膳食和饮水外, 至少在运动前数小时就要开始补充水分, 通过摄入饮料保持运动前水合, 以保证能够吸收水分并确保尿液的输出, 使尿量回复正常水平。运动时补水是为了防止过度脱水 (由于体液水分缺失而超过体重的2%), 改善电解质严重失衡所引致的运动能力下降。由于不同个体之间的出汗率和汗液中电解质的含量存在较大差异, 建议应因个体差异定制补液计划。实践中可以通过测量运动前后的体重变化计算个人在运动时的出汗率。在某些环境进行运动时, 摄入含有电解质和碳水化合物饮料比单是饮清水有更大裨益。运动后补液的目的是为了补充流失的水分和电解质。要达到一定的再水合速度, 需采取积极有效的补液措施, 这样才会防止体内水分和电解质的大量流失。

引言

人体在运动时会处于一系列的外在环境因素中 (温度、湿度、阳光、风力等)。外界环境的变化、新陈代谢快慢、以及着衣的种类等都可能会引起运动时体温的急剧上升 (体内核心温度和体表皮肤温度)。体温升高导致身体热量增加, 借助增加皮肤血流量可以促进汗液的蒸发来散热 (120, 121)。炎热环境下, 排汗是散发体热的最主要途径。除水分以外, 汗液中包含的电解质亦会流失。如未能及时正确地补液, 就会导致水分缺失和电解质失衡 (脱水和低钠血症), 降低运动表现, 甚至影响健康 (27, 72)。本立场声明总结现有数据中关于水分和电解质对运动能力的重要性, 及其失衡对运动能力和身体健康的影响。本立场声明陈述内容更新先前于1996年发表的关于运动与补液的立场声明 (39)。新版的立场声明包括强力推荐 (SORT) 的内容, 旨在说明每种强力推荐内容的结论和建议 (50)。基于每种陈述中关于质量、数量和一致性的证据, 表1提供了一份描述强力推荐的研究证据类别。为了缩减文献数量, 文中会引用综述性文献, 这些文献中引用的关于运动方面资料可为本文提供充分的证据支持。可为运动前、运动中和运动后水合提供实践性评核技巧和再水合策略。人们逐渐认识到电解质流失会因运动员个体特点、运动项目和气候的不同等存在相当大的个体差异, 因而有必要根据每个人的情况制定相应的水合计划。运动时还必须避免吸收过多水分, 以免超出流失汗液所需的补液量。

本立场声明中使用的术语含义各有不同，术语“补充水分”是指“正常的”身体水分含量，而术语“低水”和“过度水合”是指身体水分含量缺乏和超过含水量正常值的浮动范围。术语“脱水”是指体液中水分流失。摄入某些药物（例如利尿药）或暴露于冷环境和低氧环境中会导致等渗的低容量血症，而在运动时发生“低水”通常以高渗透性为特征的低容量血症（因为汗液相对于血浆而言是低渗透性的）。除非事先声明之外，本立场声明的内容将使用术语“脱水”，以简明扼要地描述身体水分流失和低水两种过程。

水分和电介质需求 体能活动和个体差异性

人们参与体能活动时总是置身于多种因素之中（运动持续时间、运动强度、环境状况和穿着的衣服种类/佩带的装备），这些因素会引致汗液流失。某些时候，这些因素本身就是特殊活动或赛事的常规要求（例如，在室内体育馆的温度受到空调调节或运动队需要的着装）。一些运动项目中，可以事先预见到这些因素的存在（以10,000米跑为例，跑步的速度比马拉松、北欧式滑雪要高，其它户外冬季运动的环境比夏季运动的环境要寒冷得多）。

对于某种活动而言，个人体质特点，例如体重、遗传易感性、热适应(120)和代谢效率(从事某运动时的效率)等，都会影响出汗率(11)。所以，实际的水分流失速率和总体流汗率会因个体特点、运动项目以及气候的不同而有出入。例如，马拉松精英运动员出汗率更高，但与跑完全程的业余跑步相比，两者的总体汗液流失率相差不多（短距离跑步）。足球比赛中因运动员所处的场上位置，活动方式，以及出赛时间的不同，出汗率各有不同(130)。与此相似，在同样酷热环境和相同运动时间下，橄榄球运动员(约8.8公升/天)（体形健硕、穿着保护服装）比越野运动员(约3.5公升/天)的日常出汗率会增加很多(62)。

表2归纳的多种运动项目的参赛者出汗率，包括训练和比赛(14 - 16, 18, 21, 22, 41, 62, 89, 130, 133)。这些数据显示，不同个体的出汗率通常介于0.5~2.0 公升/天之间。不同个体、不同比赛项目和不同气候的出汗率差异说明，很难提供一份适合所有人的建议。当将体型纳入考虑范围时，对于某些运动项目和环境，不同个体间出汗率的差异将会下降（体重或体表面积），但仍然存在着显著的个体差异。

表1. 推荐的类别

推荐的级别	
A	基于一致的，高质量的实验证据（发病率、死亡率、运动、认知上的表现和生理反应）。
B	基于不一致或有限的实验证明。
C	基于共识、惯例、建议、来源于疾病的证据、病理、病例观察或诊断研究、治疗、预防、筛检或从类似实验研究中获得的推断。

* 基于患者的证据用于衡量与病患密切相关的临床结局：发病率、死亡率、症状改善、医疗费用削减和生活质量。基于疾病的证据用于衡量可否反映病患临床效果改善状况的间歇性、生理的或其它替代指标（例如血压、血液生化指标、生理功能、病理结果）。

环境

肌肉收缩产生代谢热量，从活动肌肉传输到血液，然后构成身体核心体温。随后身体核心温度上升引发生理调节，导致身体核心热量扩散到皮肤，再透过皮肤散发到外界环境之中。生物物理特性受到外界温度、湿度、空气流动、天空和地表辐射以及衣着的影响，调节皮肤和外界环境之间的热量交换(61)。在温和，凉快的环境下，人体产生的热能可以通过辐射和对流来散发，依靠汗液蒸发来散热的的需求降低，所以汗液的流失量亦相对较少。炎热环境下运动，引致热应激增强，体热主要靠汗液蒸发来排出体外。穿着沉重或不通风的衣物，比如足球衫等，都会在很大程

度上加重热应激反应(90)以及妨碍体热随汗液蒸发而散热的需求,汗便会流得更多。同样在寒冷的环境中运动时,穿着厚重或不通风的衣物会引致意想不到的高出汗率(59)。

以下是用来计算炎热环境下进行大强度运动(例如,代谢率 ~ 1000 瓦)时最低限度的汗液流失率。如果有效的运动量是20%,则代谢能量的80%转换为人体产生的热能。因此,大强度运动则需要大约800瓦(0.8千焦/秒或48千焦/分 or 11.46千卡/分)的代谢能量,以用于散热避免热储存。由于潜在的热量蒸发是2.43千焦/克(0.58千卡/克),个人需要蒸发 ~ 20 克/分(48千焦/分/2.43千焦/克或11.46千卡/分/0.58千卡/克)或 ~ 1.2 公升/小时。如果环境较凉快,允许更多地依靠汗液蒸发来散热,出汗率将会更低。如果汗液分泌掉在地上,而不是蒸发,机体会增大出汗率以达到蒸发散热的需求(32, 120)。反而言之,当气流增强的时候(风、跑速),会促进汗液的蒸发,减少汗液掉到地上所造成的“浪费”(32)。

有必要的话,热适应能提高出汗率并维持稳定的出汗率(120, 121)。与此类似,有氧运动有适度增强出汗率的效应(120, 121)。其它因素,例如皮肤湿度(例如高湿度环境)和脱水都能抑制出汗率(120)。

汗液中电解质的流失量要根据汗液的总流失量和汗液中电解质的浓度而定。汗液中的钠浓度平均为 ~ 35 毫克当量/公升(范围介乎10-70毫克当量/公升),而且会因遗传、膳食、流汗速率和热适应能力不同而有差异(3, 17, 40, 60, 130, 144)。汗液中的钾浓度平均为5毫克当量/公升(范围介于3 ~ 15 毫克当量/公升),钾浓度平均为1毫克当量/公升(范围介乎0.3 ~ 2 毫克当量/公升),镁浓度平均0.8毫克当量/公升(范围介乎0.2 ~ 1.5 毫克当量/公升),以及氯化物浓度平均30毫克当量/公升(范围介乎5 ~ 60 毫克当量/公升)(17)。虽然脱水能够令汗液中钠和氯化物的浓度随着出汗率增加而升高(98),但性别、年龄及发育程度对电解质浓度都无明显影响(92, 99)。汗腺能重新吸收钠和氯化物,但其吸收能力并不会随着出汗率的上升而有相应地提高。热适应能增强人体再吸收钠和氯化物的能力,因而对于热适应的人而言在任何出汗率下人体汗液中钠的浓度都会较低(例如,缩减超过50%)(3)。

研究证据陈述。

在连续运动时,运动能引致高出汗率和持续性水分及电解质流失,尤其是在暖和及炎热环境中。研究证据分类A。不同个体和运动项目,水分和电解质流失有相当大的差异。研究证据分类A。如果没有补充流失的水分和电解质,人体会出现脱水。研究证据分类A。

表2. 各种不同项目运动时观察的出汗率、主动摄入水分和脱水状况。数据用均值加(范围)或[95%参考范围]表示

运动	状况	出汗率 (公升/小时)		主动摄入水分 (公升/小时)		脱水(% 体重) (= 体重变化)	
		均值	范围	均值	范围	均值	范围
水球 [41]	训练(男)	0.29	[0.23 - 0.35]	0.14	[0.09 - 0.20]	0.26	[0.19 - 0.34]
	竞赛(男)	0.79	[0.69 - 0.88]	0.38	[0.30 - 0.47]	0.35	[0.23 - 0.46]
英式篮球 [16]	夏季训练(女)	0.72	[0.45 - 0.99]	0.44	[0.25 - 0.63]	0.7	[+0.3 - 1.7]
	夏季比赛(女)	0.98	[0.45 - 1.49]	0.52	[0.33 - 0.71]	0.9	[0.1 - 1.9]
游泳[41]	训练 (男, 女)	0.37		0.38		0	(+1.0 - 1.4 kg)
划船 [22]	夏季训练(男)	1.98	(0.99 - 2.92)	0.96	(0.41 - 1.49)	1.7	(0.5 - 3.2)
	夏季训练(女)	1.39	(0.74 - 2.34)	0.78	(0.29 - 1.39)	1.2	(0 - 1.8)
篮球[16]	夏季比赛(男)	1.37	[0.9 - 1.84]	0.80	[0.35 - 1.25]	1.0	[0 - 2.0]
	夏季比赛(男)	1.6	[1.23 - 1.97]	1.08	[0.46 - 1.70]	0.9	[0.2 - 1.6]
英式足球 [130]	夏季训练(男)	1.46	[0.99 - 1.93]	0.65	(0.16 - 1.15)	1.59	[0.4 - 2.8]
英式足球 [89]	冬季训练(男)	1.13	(0.71 - 1.77)	0.28	(0.03 - 0.63)	1.62	[0.87 - 2.55]
美式足球 [62]	夏季训练(男)	2.14	[1.1 - 3.18]	1.42	[0.57 - 2.54]	1.7 kg (1.5%)	[0.1 - 3.5 kg]
网球[15]	夏季比赛(男)	1.6	[0.62 - 2.58]	~1.1		1.3	[+0.3 - 2.9]
	夏季比赛(女)		[0.56 - 1.34]	~0.9		0.7	[+0.9 - 2.3]
网球[14]	夏季训练 (易抽筋男性)	2.60	[1.79 - 3.41]	1.6	[0.80 - 2.40]		
壁球 [18]	竞赛(男)	2.37	[1.49 - 3.25]	0.98		1.28 kg	[0.1 - 2.4 kg]
半马拉松跑 [21]	冬季比赛(男)	1.49	[0.75 - 2.23]	0.15	[0.03 - 0.27]	2.42	[1.30 - 3.6]
越野跑 [62]	夏季训练(男)	1.77	[0.99 - 2.55]	0.57	[0 - 1.3]	~1.8	
铁人三项 [133]	普通竞赛 (男, 女)						
	游泳部分					1 kg	(+0.5 - 2.0 kg)
	自行车部分	0.81	(0.47 - 1.08)	0.89	(0.60 - 1.31)	+0.5 kg	(+3.0 - 1.0 kg)
	跑步部分	1.02	(0.4 - 1.8)	0.63	(0.24 - 1.13)	2 kg	(+1.5 - 3.5 kg)
	整个比赛			0.71	(0.42 - 0.97)	3.5%	(+2.5 - 6.1 %)

+ = 体重增加; ^ 由于其它因素引致的体液流失(例如代谢产热流失的体液), 在相当长时间的运动项目中没有校正体重变化。

脱水评估

日常人体内的水平衡要根据水分的吸收和流失的净变化量而定(72)。人体可透过消化(饮料和膳食)和吸收(代谢产生的水分)摄入水分,但亦会随着呼吸、胃肠道、肾脏排泄和出汗而流失。在细胞新陈代谢(~0.13克/千卡)时,由代谢产生的水分(约0.13克/千卡热能)与呼吸时水分的流失量(~0.12克/千卡)互相抵消(38, 93),因而结果是相抵消后水分没有净变化量的差异,使身体的总存水量得以维持,除非在腹泻的情况下,否则水分随胃肠道的流失量就很少(~100至200毫升/天)。在剧烈运动产生热应激时,水分流失的主要途径是出汗。肾脏会调节尿液输出来维持体内的水平衡,每小时能够排出最小和最大尿量分别是20~1000毫升(72)。在运动和热应力状态下,肾小球过滤能力和流到肾脏的血量都会显著下降,尿液的排放量亦会随之而减少(150)。因此,运动时补充过多的水分,肾脏便难以将多余的水分排出体外。在间歇运动中,这种尿量产生减少的情况不会太严重。

例如经过8至24小时之后,如果能够汲取足够的水分和电解质,通常流失的水分都能够完全补充,使身体的“正常”体内总水分量(TBW)得以维持(72),并且总存水量经常都能够保持在体重的±0.2至0.5%以内(1, 31)。人体约60%的重量是由水组成,范围大约介于45%~75%(72),并且会因不同的身体成分而有所区别。去除脂肪后的肌肉中有大约70至80%的重量由水构成;但脂肪组织却只有大约10%的重量是水(72)。水在肌肉或脂肪中的含量与年龄、性别、种族等因素无关(72)。因此,一个体重为70千克的人,体内大约储存着42公升的水分,范围介于31~51公升(72)。由于肌肉增多和脂肪减少以及少量有氧训练效应,训练有素的运动员体内的总水分量会较高。另外,采用“糖原填充”的人士可能会出现体内总存水量的轻微增高,但这种情况并不常见(151)。此外,糖原携带水分,每克糖原含水分3毫升,从比重并不大的体内绝对肌肉重量以及每克糖原携带的水分(本身非决定性)方面考虑,因肌糖原增加而引致增多的水分很少,约为200毫升(126)。葡萄糖分解生成水供给机体利用的确切途径仍未清楚,但是糖原携带的水分是体内总水分量一部分,因此建议采取补液措施不会存在潜在的不良后果。当评价个人的水合状态时,不能以体内总水分量代表补充水分,需要制定一个会引起功能性不良后果的身体水分含量的变动范围(72)。最理想的是,水合标志物必须敏感而且精确,足以监测体内水分的变动范围,大约是体内总水分的3%(或对于普通人士而言,足以监测身体水分的变动范围,大约是体内总水分的2%)。另外,标志物还必须具有实用性(时间、费用和专门技术),各种人士和教练都能操作。

表3提供一系列评价水合状态的标志物(72, 94)。血浆渗透压测试可用于精确有效的计算身体水合状态(72, 114),但是对大多数人来说并不适用。其它复合标志物,例如血浆容量、体液调节激素、生物电阻抗法等则容易混淆或者无效(72)。个人可以使用几种简单的标志物(尿液和体重)确定其水合状态,但这些标志物都有其局限性,如能正确综合使用这几种指标对于身体水合状态的准确评定有重要的意义。

表3. 水合状态之标志物

测试方法	实际值	有效性 (急性vs. 慢性变化)	补充水分的临界值
体内总水分量	低	急性和慢性	<2%
血浆渗透压	中	急性和慢性	<290 毫渗透摩尔
尿比重	高	慢性	<1.020克/毫升
尿渗透浓度	高	慢性	<700毫渗透摩尔
体重	高	急性和慢性*	<1%

EUH = 补充水分; * = 在相当长时间的评估期间,由于体成分改变造成潜在混在因素。

如果使用次日晨体重的方法无效，综合尿液的浓度则可以使评定方法的准确性和敏感度大大增加（出现假阳性机会不多），降低监测体液平衡时误差。可以根据水合状态的尿液标志物来确定个人是否应该补充水分(6, 111, 127)。尿比重(USG)和尿渗透浓度(UOsmol)可作为定量计算指标，而尿颜色和尿量通常带有主观性且容易出现误差。尿比重 ≤ 1.020 表明机体处于失水状态(6, 12, 111)。尿渗透浓度价值则更大，数值 ≤ 700 毫渗透摩尔/公升表明机体处于失水状态(6, 111, 127)。

再水合期间获取的尿参考值可能会造成判定水合状态产生错误信息。例如，如果脱水的人摄入大量低渗液体，在重新补充水分之前，机体会产生大量尿代谢物(131)。在此期间收集的尿样颜色偏淡，即使仍然处于脱水状态，事实上尿比重和尿渗透浓度值反映的却是机体处于脱水状态。这种情况下，有必要强调使用次日晨尿或稳定水合状态后几小时尿样，以便清楚区分机体的水合状态。

测量体重的方法为评价机体水平衡状态提供简单有效的途径(31, 34)。对于保持能量平衡、体内水分充足的人而言，次日晨（排尿之后）净体重将保持稳定，波动范围 $<1\%$ (1, 31, 64, 65)。对于积极从事活动并自由摄入食物和饮料的男性，至少连续取三日清晨净体重建立体重的基线值，基线值大约接近正常水合状态(31)。由于女性的月经周期会影响身体水合状态，所以需要测量更多天的体重来建立基线值。例如黄体期会增加身体水分，超过体重的2公斤以上(20)。最后，由于饮食和排便习惯改变会令次日晨体重产生波动。

急性运动时，体重的改变可以用来计算汗液的流失速率以及不同环境中水合状态的变化情况(1, 34)。由于汗液的比重为 1.0 克/毫升，每减轻 1 克的体重就代表流失了 1 毫升的汗液。因此，运动前后体重的差值便可用作调整尿液排出和水分补充的指标。如情况允许，最好用净体重，避免由于衣着吸附汗液而造成计算误差(34)。运动时，其它非出汗因素亦会造成体重减轻，包括呼吸气体中含有的水分和二氧化碳的交换(93)。在少于3小时的耐力运动中，忽略这两种因素可以稍微过高估计出汗率（ $\sim 5 - 15\%$ ），但通常不需要校准(34)。如果需要精确控制条件，体重改变可以作为计算运动时一次性体内总水分变化的一种敏感方法。

研究证据陈述。

仅仅是使用个人尿液和体重改变的方法，就可以监测他们本人的水合状态。研究证据类别B。如果个人首日清晨的尿比重达到 ≤ 1.020 或尿渗透压达到 ≤ 700 毫渗透摩尔/公斤。研究证据分类B。可以使用先前几天次日晨体重作为体重的基线标准代表水合状态。研究证据分类A。

水合效应

运动生理和运动能力

进行身体活动时人体会产生脱水情况（表2），在未强调运动中补水前，更大量脱水的情况可能更为常见(23, 101, 149)。通常个人都是以正常的水合状态开始进行体育锻炼，经历长时间运动后呈脱水状态；然而，在某些运动中，当运动间歇时间太短而没有足够时间进行再水合，或体育项目对初始体重有一定要求时，有些人可能在运动初期就需要脱水。例如，某些分体重级别的运动项目（如拳击、举重和摔跤），参赛者必须有意识地令身体脱水而达到参加更低级别体重竞赛的目的(36)。另外，某些参赛者每天训练两次或在炎热环境中要增加日常运动次数，都可能会造成进行下一次运动之前机体就处于缺水状态(62)。最后，服用利尿剂的人士可能在运动开始之前已经产生脱水。炎热环境中发生脱水最常见的情形是水分不充足，汗液中钠和氯化物的流失与水分流失不成比例(118)。如果运动时大量钠和氯离子流失，则细胞内水分体积会减少，引起“缺盐性脱水”。无论是任何脱水形式，只要水分不足，对生理功能和运动能力的影响都相似(118)。

在炎热环境中运动时，通过核心温度、体温、心率和自我运动感觉强度等方法，可以监测脱水增强生理性应激反应(118)。对于特定运动项目，身体缺水越严重，机体产生生理性应激反应越强烈(2, 96, 97, 122)。特别是在温和—温暖—炎热环境中，脱水超过体重的2%，可以降低有氧运动和认知/神智上的表现(27, 33, 72)。严重脱水程度会进一步降低有氧运动的表现(72)。缺水临界值（对于大部分人士而言是超过体重的2%）和水分流失影响到运动表现下降与环境温度、运动种类和个人生理特质有关（例如对脱水的耐受能力）。因此，某些人士对脱水具有更强或更弱的耐受能力。在较寒冷的天气底下，脱水超过体重的3%会影响到有氧运动的表现下降(29)。不过，就算脱水程度是超过了体重的3至5%，可能仍不会影响到肌肉力量(54, 68, 72)和无氧运动的表现(30, 72, 74)。

多种生理因素造成脱水引致有氧运动表现下降，包括升高体内核心温度、增加心血管的应激反应、增加糖原利用、改变代谢功能，可能还会损害中枢神经系统的功能(106, 118, 121)。虽然每种因素都是独立的，有证据表明各因素之间可共同作用，而不是单独地引起有氧运动表现下降(32, 118, 121)。各因素相对作用可能不同，要依据特定运动项目、环境状况、热适应状态和运动员的运动技能，但体温过热可能会对运动表现下降起作用。脱水和体温过热亦会影响个人的认知能力，而认知能力对于专注力、动作技巧和战术策略等都非常重要(69, 116)。有力的证据显示，体温过热对认知表现具有负面影响，程度甚至大于中度脱水(35)，在温暖—炎热环境中运动时，两者的关系相当紧密。

饮用过多能够“滞留”住水分的物质亦会造成机体内过度水化(58, 66)。这些能够“滞留”住水分的物质包括会引致过度水化的甘油和高渗饮料，可以引致持续不同时间的过度水化。没有过度喝进太多水分通常只会刺激尿量生成增多(72)，身体水分将快速地在几小时之内获得补充(58, 107, 128)；然而，正如先前讨论的这种补偿机制（产生尿液），当运动员在持续时间较长的运动前或进行中补水太多时，出现低血钠症的风险就会提高(150)。同样地，过渡饮用富含会引致过度水化物质的饮料，亦会使尿排出量超过正常水平。过度水化不会有利于体温调节，但能够延迟脱水的产生，偶然可以看到其对增进运动表现具有少许裨益的报导(67, 77)。

研究证据陈述。

脱水增强生理性应激以及增强参与相同的运动项目时的自我感觉，但在温暖—炎热环境中会减弱。研究证据分类A。在温暖—炎热环境中，脱水(超过体重的2%)可以降低有氧运动的表现。研究证据分类A。脱水程度越严重，生理性应激反应和有氧运动表现下降越大。研究证据分类B。脱水超过体重的2%可能会影响到精神/认知上的表现。研究证据分类B。在较寒冷的天气里，脱水超过体重的3%才会开始影响到有氧运动的表现。研究证据分类B。就算脱水程度是超过了体重的3至5%，仍不会影响到无氧运动和肌肉力量的表现。研究证据分类A和B。水分流失影响到运动表现下降的临界值与热应力、运动种类和个人生理特质有关。研究证据分类C。很多人在日常生活中都有机会饮用过多的水分，过度补充水分有未能确定的好处和某些不足之处。研究证据分类B。

健康

人体脱水或过度饮水都会引起健康问题（当饮用的分量高于尿液的最高生产量时）。一般来说，脱水较为常见，但是过度饮水造成的低血钠症更危险。脱水会降低运动表现，造成严重的热疾病和恶化力竭性横纹肌溶解症；而运动性低血钠症会引致严重疾病或死亡。

热疾病。

脱水会增加患热衰竭的危险性(2, 91, 123)，并且是热中暑的危险因素之一(25, 53, 63, 113)。中暑也与其它多种因素有关，如热适应、药物治疗、遗传性易患病的体质以及疾病等(25, 51)。

美国一项历时22年的研究显示，约 17%中暑而需要留院的美军有脱水的情况(25)。在一项82例中暑的以色列士兵病例中，有16%的个案有脱水症状(53)。脱水不但会影响到运动表现，而且还可以导致热衰竭，甚至是中暑的严重后果。与此一致并有关联的病例还有，在夏季训练时，队医给美国足球运动员提供药物治疗，观察发现脱水有时会加重，伴随呕吐症状并发展成为中暑的严重后果(51, 115)。另外，脱水还会合并降低心脏自主神经的稳定性，改变颅内腔容积(47)、并降低脑血流速度而引致直立性低血压(24)。

骨骼肌的抽筋情况也相信是由于脱水，再加上电解质不足和肌肉疲劳所致；而且抽筋在非热适应的美国足球运动员、网球、长距离自行车运动、热带马拉松后期、英式足球和沙滩排球等项目当中很常见(夏季训练早期)，在冬季活动中，肌肉抽筋亦经常发生，如越野滑雪比赛和冰球运动。亦相信是出汗较多并同时流失大量钠的人易于发生肌肉抽筋(14, 141)。然而，有临床研究的报导指出，铁人三项运动员出现肌肉抽筋时，血清电解质浓度与没有发生肌肉抽筋的对照组相比没有显著差异(142)。

横纹肌溶解。

横纹肌溶解症引起肌肉细胞内的物质渗漏出来，容易造成横纹肌溶解症的情形包括：异常活动、剧烈运动、运动过度，临床证据表明，脱水是促进横纹肌溶解症产生的诱发因素之一。例如，脱水可能会造成或加重横纹肌溶解所致的急性肾功能衰竭(19, 124)。在需要留院的患严重热疾病的美军中，排泄大量水分和电解质造成体液紊乱的人当中有25%的人患有横纹肌溶解症、13%患有急性肾衰竭(25)。

大量运动性横纹肌溶解症病例提供的证据表明，脱水合并热应激和新异训练会诱发一系列健康问题。1988年，在马萨诸塞州警察培训学校，50名军官学校学生在炎热环境中进行体操训练和跑步操练，训练的首日勒令军官学校学生限制饮水(63)。其中一名军官学校学生在跑步时发生运动性中暑，入院后因横纹肌溶解症引致的急性肾衰竭而需要进行透析。随后他死于中暑、横纹肌溶解、肾衰竭和肝衰竭并发症。其它13名军官学校学生亦因脱水、横纹肌溶解症和急性肾功能不全入院，其中6名因急性肾衰竭要进行血液透析(63)。事实上，所有50名军官学校学生在一定程度上都患上横纹肌溶解症（临床定义血清的磷酸肌酸激酶达到正常值的910倍即判定为患上横纹肌溶解症）。

运动性低血钠症。

运动性低血钠症首次在克姆雷德马拉松比赛（又名超级马拉松赛、同志马拉松赛）中被报导(45)。随后在耐力跑步运动员中亦出现运动性低血钠症个案的报导(104)，此后，在一系列职业和业余运动时出现大量参赛者因此病症而入院，多名病患亦因此而死亡(8, 82, 100, 108)。当血浆内钠的浓度迅速下降，达到并低于大约 130 微摩尔/公升的水平，就会产生低血钠症。血钠的浓度降得越低，降得越急，罹患稀释性低血钠所致的脑部疾病及肺水肿的风险就越大。某些人在血钠水平处于低于109微摩尔/公升的水平时仍能存活，但有些人在初始血钠水平为120微摩尔/公升的情况下就能导致死亡（在医院中）。当血钠的水平到达到125 微摩尔/公升或以下时，各种症状会变得明显，严重，如头痛、呕吐、手脚肿胀、坐立不安、不寻常的疲累、神智不清(进行性脑部病变)和气喘且带响声（由于肺水肿）等。当血钠水平进一步降低低于 120 微摩尔/公升时，就会出现呼吸停顿、昏迷、永久性脑部受损，甚至死亡(100)。

运动性低血钠症的发生与很多因素有关，包括过度饮用低渗性饮料以及体内总钠含量过少(95)。在马拉松运动前、运动中和运动后，如果运动员跑步速度慢、汗液流失少、过量摄入水分和其它低渗性饮料，体型偏小和过瘦的运动员可能会发生运动性低血钠症(4, 46, 71)。在热带马拉松运动比赛时（例如，Kona, HI），基于临床观察证实，一些参赛者可能同时患上脱水和低血

钠症(109)。一些携带囊肿性纤维化基因的人士可能更易于发生脱盐和运动性低血钠症(132)。一般来说，在持续时间短于4小时的赛事中，运动前、中、后过量饮水会导致运动性低血钠症(95)。在更长时间的持续耐力运动中，就算不过度补充水分，当钠流失出现血钠水平偏低的情况时，亦会引起低血钠症，因而适量补充含钠饮品是必要的。

在美式足球和网球运动员会中出现低血钠症，通常是因为运动员为了治疗或预防炎热引起抽筋而在运动前或进行中喝了太多水，当运动员抽筋时可以由静脉注射低渗溶液(48, 70)。当血浆内的水分高于正常水平时，出现低血钠症的风险就会提高。与此一致的是，需要留院的美军被误诊为脱水的情况亦与低血钠症有关（类似症状如轻度头痛、疲劳），随后被指出是由于饮用过多的水分造成(108)。

研究证据陈述。

引致热衰竭和劳力性的热中暑的危险因素之一都是脱水。研究证据分类A 和 B。脱水会增加发生横纹肌溶解所致急性肾衰竭疾病的可能性或严重性。研究证据分类B。脱水和钠水平不足都会引致肌肉痉挛。研究证据分类C。在耐力比赛中发生出现症状的运动性低血钠症。研究证据分类A。过度补充水分（高于汗液流失量）是造成运动性低血钠症出现的首要因素。研究证据分类A。汗液中流失大量钠以及体重减少（和体内总水分量）会引起运动性低血钠症出现。研究证据分类B。

影响因素

性别

女性的汗液流失速率和电解质水平明显比男性低(7, 119, 125)。一些运动项目中，女性的汗液流失速率低主要是因为女性的体型较小，新陈代谢的速率也较低。另外，当女性皮肤湿润时很少浪费汗液(125)。

性别差异对于肾脏维持体内的水和电解质平衡并不重要。利尿剂对于调节女性体内水平衡的作用比男性更大，表明女性体内水调节能力要比男性快(37)。受到渗透性刺激时，女性的精氨酸加压素反应下降，结果促进肾脏排放水分和电解质(140)。与此矛盾的是，女性体内的内源性雌激素和外源性口服雌激素都可以增加精氨酸加压素的释放，这两种雌激素和黄体酮都可以提高肾脏保留水分和电解质的能力(136, 137, 139)。

在参加马拉松和超长马拉松赛事时，女性运动员比男性运动员出现低血钠症的风险高(4, 71)。原因可能是与大量生理学和心理学的因素有关，但引致低血钠症风险较高的确切原因仍不能确定。先前关于女性摄入水分的数据通常都是基于以男性出汗率为对象的研究中获取的数据，因此，对于女性而言可能偏高，从而导致女性补水后钠浓度减少(103, 134)。本立场声明提供了一些直接取自于研究女性出汗率的资料（见表2）。

虽然肾脏在低血钠症的发病机理中有重要作用，事实上引致发病和死亡的靶器官是脑和肺。在人体中研究不同性别人群的脑如何调节水/电解质失衡的可能机制，这种直接的做法并不可行。对动物脑的研究发现，在精氨酸加压素引致的低血钠症中，雄性大鼠脑部调节钠离子的转运能力显著高于雌性大鼠，表明雌性大鼠脑部的 $\text{Na}^+\text{-K}^+\text{-ATP}$ 酶的泵功能受到损伤(56, 57)。因此可能会加重低血钠症引发的脑损伤。同样，研究表明性激素会破坏雌性脑部 $\text{Na}^+\text{-K}^+\text{-ATP}$ 酶的泵功能，是增加女性手术后低血钠症的发病率和死亡率的原因(55)。

研究证据陈述。

通常女性的汗液流失速率也较男性为低。研究证据分类B。通常女性的汗液流失速率比男性低，肾脏保留水分和电解质的能力有细微的性别差异，但可能不是一个重要的影响因素。研究证据分

类C。女性较男性出现运动性低血钠症的风险高。研究证据分类C。

年龄

通常老年人（65 岁以上）需要获得充足的水分(72)。然而，由于年龄令老年人口渴的灵敏度降低（81，86，117）容易引起脱水(81)。与年轻人相比，年龄增长令老年人安静时的血浆渗透压增加，机体对运动和口渴时身体储备水分的稳定性降低(110)。如果给予充足的时间并摄入足够的水分和钠，虽然吸收较慢但只要适当地补充体液，老年人身体同样可以获得充足的水合(84，86)。水负载时老年人的排水量亦会随之而减缓(83，86，135，138，143)。水分和钠的排出减慢是通过影响肾保钠能力、增加外周阻力以增加血压（84）。对大部分人而言，但不是所有人，年龄增长会令机体对水分或盐类反应减慢，或产生脱水时，由于功能性肾单位数量逐渐减少(49)，会造成肾小球的过滤能力显著下降(83)，

当细胞内水分流失的标志口渴灵敏度下降时，老年人的渗透压感受器信号仍然维持作用(86，135，138)。高渗和容积刺激会引致脱水，令老年人感到口渴和有饮水需要(9)。所以运动时及运动后都应鼓励他们多喝水。因为老年人排出水分和电解质的速度会减慢，所以仍需考虑到可能会出现过度缺水的危险性（也就是低血钠症）或需要摄取钠（也就是高血压）。

青春期前儿童的汗液流失速率也较成年人低，极少超过400毫升/小时(10，92)。如此低出汗率可能是由于儿童身体体重低，并且新陈代谢率低的缘故。儿童的汗液电解质含量类似或稍低于成年人(10)。

研究证据陈述。

老年人对脱水而感到口渴的灵敏度较差，往往未能及时补充足够的水分，所以他们进行自愿补充水分的行为较迟缓。研究证据分类A。衰老会降低肾脏排泄水分的能力，因而老年人罹患低血钠症的风险相对较高。研究证据分类A 和 C。儿童的汗液流失速率比成年人低。研究证据分类B。

饮食

日常摄入膳食是确保机体处于正常水合状态的重要基础(1，2，72，131)。摄入食物可以促进水分吸收和保留(72)。为了维持机体总水分含量必须补充经由汗液流失的电解质（例如钠和钾），大部分人都可以通过膳食补充水分和电解质(85，105，128)。安静时膳食中大量营养成分对尿液排出有少许影响，而在运动时的影响相对要小(72)。因此，膳食中大量营养成分不会显著改变个人日常对水分的需要(72)。

许多饮料和食物中都含有咖啡因，新近的研究建议，如果摄取相对小剂量的咖啡因，可能不会增加日常的排尿量或引致脱水(5，72)。关于运动时或处于脱水情况的人士摄入咖啡因对排出尿量的影响的文献并不多，但已知脱水、运动和热应激会使尿液生成量减少(72，150)。因此，对运动时摄入咖啡因会增加排尿和诱发脱水等问题仍然存在疑问。由于酒精可以作为一种利尿剂（尤其是摄入大量酒精时），饮用酒精会增加排尿，尤其是在运动后一段时间内，为此如果要达到水合目标，摄入酒精时必须适量(129)。

研究证据陈述。

摄入肉类可以促进补充水分。研究证据分类A。为达到正常水合，需充分地补液以补充随汗液而流失的电解质（钠和钾）。研究证据分类A。摄入咖啡因并不能显著地改变日常排出的尿量或改变水合状态。研究证据分类B。摄入酒精会增加尿量并延迟再水合过程。研究证据分类B。

补液

运动前的补液

运动前补液的目的是为了在运动开始前使机体达到水分充足的状态，并使机体处于正常的血浆电解质水平。如果在膳食中摄入足够的饮料，在最后一次运动后的延迟恢复期（8—12小时），则个人可以达到接近充分补充水分的状态(72)。然而，如果个人处于持续缺少水分，而且没有充足的时间或水分/电解质可以用于机体充分补充，则要采取积极的补液计划。再水合计划有助于确保个人在参加运动之前机体的水分—电解质平衡获得调整并真正处于正常状态。

运动前 4 小时，个人便应开始按体重逐步补充水分（约 5 至 7 毫升/千克）。如果之后未有小便，或尿液的颜色仍较深，便应在运动前 2 小时，再按体重逐步补充水分（约 3 至 5 毫升/千克）。在运动前数小时开始补充水分，能确保尿液的输出在运动开始前已回复至正常。饮用含钠饮料（20 - 50 毫克当量/公升）和/或进食加进小量食盐的小食，或含钠的食物都能刺激口渴的感觉及保存喝进的水分(88, 112, 128)。

参赛过程中(58, 107)，尝试采用过度饮水达到超水合状态，致使细胞内、外可以容纳水分的体积扩大，反而会增加运动的危险性（例如水和甘油溶液）。饮用过多的水分达到过度补充水分的方法，对促进生理功能或运动表现都没有显著的好处(77, 79, 80)。另外，当运动员在运动中补液次数太过频繁时(95)，运动前机体水分过多会稀释和降低血浆钠浓度(58, 107)，出现稀释性低血钠症的风险就会提高。

提高摄取饮品的口感有助于促进运动前、中、后水分的补充。液体的口感受到多种因素的影响，包括温度、钠含量和个人喜好。一般来说，摄氏 15 至 21 度的水较为可口，但温度以及口味喜好亦会因应个体和饮食文化不同而具有极大的差异(52)。

建议。

如果有必要的话，在运动前数小时开始喝饮料补充水分，确保体内的水平衡，能确保尿液的输出回复至正常水平。饮用含钠的饮料及进食加进小量食盐的小食，能刺激口渴的感觉及保存喝进的水分。

运动时的补液

运动时水分补充的目标就是防止脱水（超过体重的 2%）和保持电解质的平衡，以防止运动表现降低。补充的分量和速率要按个人的汗液流失速率、运动的持续时间和给予补充水分的机会而定。当需要根据口渴的感觉喝水，身体已经处于缺水状态，所以在运动时应采取阶段性地摄取饮料（当条件许可时）。尤其在超过3小时以上的运动项目中，要小心确定补液次数。运动时间持续的越长，机体对水分的需求和补液间失衡的累积效应的后果就越明显，会导致严重脱水和稀释性低血钠症(95)。

运动项目（代谢需求、持续时间、衣着、配带的装备）和天气状况的不同以及其它因素（例如遗传性易患病的体质、热适应和训练水平）等都会影响到每个人的汗液流失速率和汗液中的电解质浓度，所以很难提供一份特殊的水分和电解质补充指引。表4根据不同的条件，进行不同速度的运动时，在凉爽/温和和温暖环境中不同体重的人士进行跑步运动时汗液流失速率的范围(95)。预计出汗率范围介于大约0.4 至 1.8 公升/小时，在任何情况下个人出汗率可能呈现正态分布，但方差为未知数。因此，关系到各种环境条件下的特殊运动项目时，建议进行训练/竞赛的人士可通过监测体重变化估计自身汗液流失情况。这有助于个人按照自己的实际需要制定补液计划，符合每个人的特殊需求，然而，有时候补液计划不一定可行。夏季训练初期，与参加6小时马拉松跑步体形较小的运动员相比，许多足球运动员水分和电解质补充计划会有很大差异。

表4. 在凉爽/ 温和(摄氏 18 度)和温暖(摄氏 28 度)环境中每小时8.5至15公里跑步运动时预计出汗率(公升/小时)

体重 (公斤)	气候	8.5 千米/小时 (~5.3 mph)	10 千米/小时 (~6.3 mph)	12.5 千米/小时 (~7.9 mph)	15 千米/小时 (~9.5 mph)
50	凉快/ 温和	0.43	0.53	0.69	0.86
	温暖	0.52	0.62	0.79	0.96
70	凉快/ 温和	0.65	0.79	1.02	1.25
	温暖	0.75	0.89	1.12	1.36
90	凉快/ 温和	0.86	1.04	1.34	1.64
	温暖	0.97	1.15	1.46	1.76

对于赛前体内水平衡正常的马拉松运动员来说，有研究建议他们可随意自由饮用 0.4 至 0.8 公升/小时的饮料。运动员的跑速越高，体重越重，气候越炎热，补水应当越多；反过来说，个子较小，体重较轻，速度较慢的运动员，可以相对饮少些(102)。表5提供一份预测体重变化的研究（来自摄入水分不足或过度的人士），以不同体形和不同跑步速度在凉爽/温和天气参加42公里马拉松运动时的体重变化。这份分析使用表4所提供的出汗率和三种补液频率(每小时0.4, 0.6, 0.8 公升) (95)。对于个子较小的运动员，以每小时0.8公升摄入水分会引致过度摄入水分（体重增加、表格的浅色部分），对于个子较大的运动员，以每小时0.4公升摄入水分会引致过度脱水（减少达到体重的3%、表格的深色部分）。显而易见，本表格数据说明，对于所有运动员而言，不能够只使用单一的补液频率；然而，针对特殊运动给予警示，可以拓宽通用指南的应用范围。例如，利用数理分析估计在表5中各种情况下血浆钠浓度，如果按照运动员体形、速度和环境状况预测并给予说明限定，每小时补充0.4 - 0.8公升的指引可能对参加马拉松距离赛事的人士适用。然而，对于更长距离或不同类型运动，以及更加严峻的环境和特殊人群，可能要更充分考虑因不同情况满足特定的补液需求。例如，美式足球运动员（通常体重相当之大），在炎热的天气中要穿着全副装备，研究报导指出他们每天的出汗率要超过8公升以上。与表6中其它运动员日常需要补液量相比，则需要为这些人群提供补充更多水分，使其保持身体处于水分充足的状态。

表5. 在凉快/温和天气中进行42公里马拉松运动，不同体重人士以8.5 - 15千米/小时跑步到终点时，期间每小时摄入400—800毫升水分，预测其因脱水导致体重下降的百分比

体重 (公斤)	摄入水分(毫升/ 小时)	8.5 千米/小时 (~5.3 mph)	10 千米/小时 (~6.3 mph)	12.5 千米/小时 (~7.9 mph)	15 千米/小时 (~9.5 mph)
50	400	-0.4	-1.1	-2.0	-2.6
	600	<i>1.6</i>	<i>0.6</i>	<i>-0.6</i>	<i>-1.5</i>
	800	<i>3.6</i>	<i>2.2</i>	<i>0.7</i>	<i>-0.3</i>
70	400	-1.8	-2.3	-3.0	-3.4
	600	-0.4	-1.1	-2.0	-2.6
	800	<i>1.1</i>	<i>0.1</i>	<i>-1.0</i>	<i>-1.8</i>
90	400	-2.6	-3.0	-3.5	-3.9
	600	-1.5	-2.1	-2.8	-3.2
	800	-0.4	-1.1	-2.0	-2.6

斜体数值表示相对于出汗率，过度摄入水分，并会增加患低血钠症的风险。正体数值表示过度脱水而影响运动表现。本文选择3%作为标准超过文中以92%提供的标准。

补充液体的成分相当之重要。药物研究所为炎热天气时进行长时间运动的运动员提供的“运动饮料”指引(73)，建议各种类型的运动饮料加入大约20—30 毫克当量/公升钠（以氯离子形态存在），约2—5 毫克当量/公升钾和约5—10%碳水化合物(73)。这些不同的成分（碳水化合物和电解质）需求要依据特殊运动项目（例如运动强度和持续时间）和天气状况确定。钠和钾有助于补充汗液中流失的电解质，钠还可以刺激口渴的感觉而碳水化合物可以提供能量。还能够摄取浓缩Gel食品、能量棒和其它食物补充这些成分。

在持续大约1小时或更长时间的大强度运动时，摄取碳水化合物有助于维持运动强度，并以较低的运动强度运动更长时间(13, 43, 44, 76, 146)。运动饮料中添加碳水化合物有时是为了迎合机体对碳水化合物的需求，并试图补充流失的水分和电解质。以大约30—60克/小时速度补充碳水化合物证实能有效保持机体血糖水平和维持运动能力(43, 44)。例如，为了摄取充足的碳水化合物以维持运动能力，个人需要每小时摄入1公升的传统运动饮料（吸收浓度为6—8%碳水化合物，每小时可为身体提供30—80克碳水化合物），同时摄入的充足水分可以避免过度脱水。要以最大速率吸收碳水化合物的话，最好是摄入混合糖类（例如葡萄糖、蔗糖、果糖和麦芽糖）。如果想通过饮用一种饮料就可以达到同时补液和补碳水化合物的目标，碳水化合物的浓度不可以超过或稍低于8%，因为高浓度的含碳水化合物饮料会减弱肠胃排空的速度(75, 145)。最后，摄入咖啡因可能会有助于维持运动表现(42)，但可能不会改变运动时的水合状态(44, 72, 147)。

建议。

个人必须因应自己的实际需要制定适当的补液计划，以预防过度脱水（体重降幅小于基线体重的2%）。常规测量运动前后体重变化的方法可以用于计算出汗率和制定补液计划。摄入含有电解质和碳水化合物的饮料可以有助于保持水分和电解质平衡和维持运动表现。

表6. 美国运动医学学会关于运动和补液立场声明的研究证据陈述

各部标题	研究证据陈述	研究证据类别
水分和电解质需要	在连续运动时，运动能够引致高出汗率和大量水分和电解质流失，尤其在温暖—炎热环境之中。	A
	对于不同人士和不同运动项目，水分和电解质流失具有相当之大的差异。	A
	如果汗液中的水分电解质流失未能得到即使补充，人体就会出现脱水情况。	A
水合评估	个人可以通过使用简单的尿液指标和体重方法监测自身水合状态。	B
	个人首日清晨的尿比重达到 ≤ 1.020 或尿渗透压达到 ≤ 700 毫渗透摩尔/公斤可以考虑需要补充水分。	B
	连续取几天清晨体重建立体重的基线数值表示个人补充水分情况。	B
	运动时体重的改变可以用来计算汗液的流失速率。在特殊运动项目和环境状况下，运动前后体重的相差便可以用作水分补充的指标。	A
水合效应	脱水增强生理性应激反应以及增强参与相同的运动项目时的自我运动感觉强度，但在温暖—炎热环境中会减弱。	A
	特别是在温暖—炎热环境中，脱水(超过体重的2%)可以降低有氧运动的表现。	A
	脱水程度越严重，生理性应激反应和有氧运动表现下降越大。	B
	脱水超过体重的2%可能会影响到精神/认知上的表现。	B
	在较寒冷的天气底下，脱水超过体重的3%才会开始影响到有氧运动的表现。	B
	就算脱水超过了体重的3至5%，仍不会影响到无氧运动和肌肉力量的表现。	A & B
	水分流失影响到运动表现的临界值与热应力、运动种类和个人生理特质有关。	C
	很多人在日常生活中都有机会饮用过多的水分，都有机会饮用过多的水分，过度补充水分有未能确定的好处和某些不足之处。	B
	引致热衰竭和劳力性的热中暑的一个危险因素都是脱水。	A & B
	脱水会增加发生横纹肌溶解所致急性肾衰竭疾病的可能性或严重性。	B
	脱水和钠不足会引致肌肉痉挛。	C
	在耐力比赛中发生出现症状的运动性低血钠症。	A
	过度补充水分高于汗液流失量是造成运动性低血钠症导致出现的首要因素。	A
由于汗液中流失大量钠及体重减少(和体内总水分量)引致运动性低血钠症。	B	
影响因素	通常女性的汗液流失速率也较男性为低。	A
	肾脏保留水分和电解质的能力具有性别差异细微，可能不是一个重要的因素。	B
	但却比男性容易出现运动性低血钠症的风险相对高。	C
	老年人对脱水而感到口渴的灵敏度较差，往往未能及时补充足够的水分，所以他们进行自愿再补充水分的行为较迟缓。	A
	由于衰老会减慢肾脏排泄水分的能力，因而老年人患低血钠症的风险相对要高。	A & C
	儿童的汗液流失速率也较成年人低。	B
	摄入肉类可以促进补充水分。	A
	需要充分地补液以补充随汗液而流失的电解质(钠和钾)。	A
	摄入咖啡因并不能显著地改变日常排出的尿量或改变水合状态。	B
	摄入酒精会增加尿量并延迟再水合过程。	B

运动后的补液

运动后水分补充的目标，就是要完全恢复体内的水分和电解质储备。需要积极地依据水合速度来补充水分和大量流失的电解质。如果恢复的时间和条件许可，正常的饭餐及小食(只要含有适量的钠)，再加上清水已足够补充需要，在食物或饮品中加进钠就已足够补充失去的电解质(72)。如果脱水状态时可以用于补液的恢复期确实相对短(少于12小时)，则要采取积极的再水合计划(87, 88, 128)。

如果不能充分补充流失的钠，将会妨碍机体恢复到水分充足的状态，及刺激过多尿液生成(87, 105, 127)。恢复期间摄入钠有助于刺激口渴的感觉和保留喝进的水分。补充流失的钠比补

充流失的水分要更不容易，众所周知，由于每个人的汗液流失速率不同，所以各人应当喝的分量也有差异。不但多种运动饮料等含钠饮品的补给有裨益，许多种食物同样能够补充所需的电解质。就算从汗液流失了较多的钠，只要在食物和补液饮品中加多少许的食盐，一般已足够补充失去的电解质。

若要尽快解决脱水的问题，应按每千克体重计算损失，个人要达到迅速和完全恢复必须饮用约 1.5 公升的饮料(128)。多余的水分都会以尿液的形式排出体外，所以还要额外补充的水分用于补偿增加的尿液生成量(127)。因此，如果可以的话，随着时间推移还要补充水分和充足的电解质，而不是摄取大量的药物达到最大限度得保持体内水分(78, 148)。

运动后若脱水的情况严重（超过体重的 7%），伴随出现反胃、呕吐或腹泻症状，又或者不能喝进饮料时，可从静脉给予水分补充。除此以外，在大部分情况之下，透过静脉来补充水分并不会带来任何额外的好处(28)。

建议。

如果时间许可，摄入正常膳食和饮料可以令身体保持充足的水分。若要尽快解决脱水的问题，个人应按每千克体重的损失，饮用约 1.5 公升（包含电解质）的饮料，尽快和完全地从过度脱水状态中得到恢复。正常的饭餐及小吃中加入适量的钠，有助刺激口渴的感觉和保留喝进的水分，以加速和完全恢复体内的水分和电解质储备。透过静脉来补充水分并不会带来任何额外的好处，除非是脱水的情况严重才需从静脉给予水分补充。

结论

运动锻炼能够引致高出汗率和持续的水分和电解质流失，尤其是在温暖一炎热的环境中。如果在运动锻炼中不能及时补充出汗流失的水分和电解质，个人会出现脱水。过度脱水会降低运动表现和增加罹患力竭性热疾病的风险。过度补水会造成运动性低血钠症。在剧烈运动中和运动后，女性和老年人出现水分和电解质失衡的风险更高。

预先水合的目标就是为了在运动锻炼开始前令身体补充足够水分，以及处于正常电解质水平。运动前几小时便应开始按个人的体重逐步补充水分，在运动前数小时开始摄入饮料预先水合补充水分，可令机体充分吸收水分，确保尿液输出在运动开始前已回复正常。运动时水分补充的目标就是防止脱水（由于水分流失以至体重降低，92%）和保持电解质平衡，以维持运动表现和健康。由于不同人士出汗率和体成分的差异，要因人而异制定补液的计划。运动前后体重的差异可以用作简单有效评估接近汗液流失量所需要补充的水分量。在某些特殊环境中进行运动时，摄入含有电解质和碳水化合物的饮料比单纯清水更有裨益。运动后水分补充的目标，就是要完全恢复体内的水分和电解质储备。需要视乎汗液的总流失量和汗液中电解质的浓度而及时制定一份行之有效的补液计划。

参考文献（略）