ICS 97.220
CCS Y 55

TY

# 中华人民共和国体育行业标准

TY/T XXXX—202X

# 运动员训练期科学补水指南

Guidelines for scientific water intake of athletes during training periods

（征求意见稿）

202X－XX－XX 发布　　202X－XX－XX 实施

国家体育总局　发布

# 目　　次

1 范围 ..... 1
2 规范性引用文件 ..... 1
3 术语和定义 ..... 1
4 运动不同阶段的补水 ..... 1
5 特殊情况下的补水 ..... 2
附　　录　A（资料性）水合状态评估指标与方法 ..... 3
附　　录　B（资料性）个性化补水计划 ..... 6

# 前　言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则　第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由国家体育总局运动医学研究所提出。

本文件由国家体育总局归口。

本文件起草单位：国家体育总局运动医学研究所、北京体育大学、国家体育总局体育科学研究所、北京大学。

本文件主要起草人：张霞、严翊、马冠生、安楠、梁辰、谢敏豪、邱俊强、何子红、张漓、信泽坤、陈越、吴博隆、何江华。

# 引　言

水合状态是维持人体生理功能与运动表现的核心因素。研究证实，失水量超过体重的2%即可对认知、情绪及运动能力产生负面影响。运动员在高强度训练课上，或在高温、高湿的训练场景下，脱水风险增加，不仅会引发运动表现下降，还会增加健康风险。当前我国运动员普遍存在不重视补水，补水知识、信念、行为失衡的问题，亟待建立科学补水指导体系，指导运动员科学补水，为确保其竞技状态奠定基础。

本文件面向运动员的训练期，基于水合状态评估，构建了以分阶段策略和个性化设计为核心的水合状态管理框架。旨在指导教练员、运动营养师等专业人员优化运动员的补水行为，降低运动性脱水风险，为运动员的训练效能和健康提供科学保障。

# 运动员训练期科学补水指南

## 1 范围

本文件提供了运动员在训练期运动不同阶段的补水以及特殊情况下的补水的指导。

本文件适用于教练员、运动营养师等专业人员对运动员训练期补水行为的科学指导，其他运动人群参照使用。

本文件不适用于 14 岁以下运动员、比赛期、减控体重期和高原训练期的补水指导。

## 2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1 水合状态 hydration status

运动场景下摄入的水分与排出的水分大体相等的机体平衡状态。

注：水摄入过多或过少均会影响水合状态的改变，进而影响机体健康。

### 3.2 训练期 general training phase

运动员在非竞赛季节或非特定赛事准备期间，进行的日常性、持续性训练阶段。

注：此阶段旨在保持或逐步提高运动员的身体素质、技能水平和专项能力。

## 4 运动不同阶段的补水

### 4.1 运动前

#### 4.1.1 评估原则

运动前，对运动员自身水合状态进行评估，以识别脱水风险，为制定个体化补液策略提供依据。评估遵循个体化、多维度交叉验证的原则。

#### 4.1.2 水合状态评估指标与方法

见附录 A。

#### 4.1.3 补水方法

运动前根据个人水合状态进行个性化补水，避免短时间内过量饮水，采取分阶段、少量多次的补水方式。可在运动前 2 h~4 h 摄入 5 mL/kg~10 mL/kg 体重的水分，使尿液颜色呈淡黄色。若出现无尿液、

尿液颜色深或浓度高的情况，宜在运动前 2 h 再补充 3 mL/kg~5 mL/kg 体重的水分。此外，也可在运动前 30 min 补充 400 mL~600 mL 的水。

注：运动前过量饮水可能导致低钠血症和胃肠道不适，不适症状的严重程度与饮水量、饮水速度以及所用水合剂种类密切相关。

### 4.2 运动中

#### 4.2.1 补水原则

在运动过程中，可摄入充足的水分，以补充因运动而流失的体液。

#### 4.2.2 水合状态评估指标与方法

运动中水合状态评估旨在提供制定个性化补水策略的依据，主要通过计算个体出汗率（见附录 B）作为量化指标，并结合主观口渴感（见 A.2.2.2）作为训练中的实时监测手段。

#### 4.2.3 补水方法

见附录 B。

注：补充液体的渗透压范围为 200 mOsm/kg~330 mOsm/kg 水，温度范围为 10℃~22℃。

### 4.3 运动后

#### 4.3.1 补水原则

运动后补水以充分恢复体液平衡为目标，具体补水量与方法结合体液流失程度及恢复阶段的实际情况进行调整。

#### 4.3.2 水合状态评估指标与方法

见附录 A。

#### 4.3.3 补水方法

运动结束后，可根据体重下降情况补充水分，每减轻 1 kg 体重，可额外补充 1.5 L 水分。在运动后 4 h 内的恢复期间，采用少量多次的方式补水。

注：运动后补水选择通常不包括含气饮料、含咖啡因饮料和酒精。

## 5 特殊情况下的补水

运动员在比赛期、减控体重期、高原训练期等特殊时期，或在高温高湿及高海拔环境中，补水量可相应调整。此时，可在队医或运动营养师等专业人士的指导下进行补水。

# 附　录　A

（资料性）

## 水合状态评估指标与方法

### A.1 评估指标

#### A.1.1 实验室指标

包含血液变量与尿液变量。

#### A.1.2 现场指标

包含体重变化、主观口渴感与尿液颜色。

### A.2 评估方法

#### A.2.1 实验室评估方法

##### A.2.1.1 血液变量测试与判定

血浆渗透压测试是评估运动员水合状态的实验室方法之一，其具体操作与判定方法如下：

a) 测试方法：采集运动员静脉血，使用冰点渗透压计测量；

b) 判定方法：测量值小于 290 mOsm/kg 可判定为正常水合状态。宜建立个体基线值进行纵向比较。

##### A.2.1.2 尿液变量测试与判定

尿液变量测试是常用的非侵入式水合状态评估方法，其测试与判定方法如下：

a) 测试方法：采集运动员晨起第一次尿液，或于水分摄入状态稳定数小时后的尿液样本，使用尿比重计或渗透压计测量；

b) 判定方法：尿比重小于 1.020 或尿渗透压小于 700 mOsm/kg 可判定为正常水合状态。

#### A.2.2 现场综合评估方法

##### A.2.2.1 体重变化测试与计算

通过体重变化评估水合状态是一种简单有效的现场方法，具体步骤如下：

a) 基线建立：运动员在正常水合状态下，连续 3 日于每日晨起排便后、进食前测量裸体重，取平均值作为个体晨重基线；

b) 测试与计算：于运动前测量裸体重，并计算与基线的变化百分比；

c) 判定方法：体重下降小于 1%可判定为水合状态正常。

##### A.2.2.2 主观口渴感测试与判定

主观口渴感测试适用于快速筛查脱水状态，其测试工具与判定方法如下：

a) 测试工具：9 点口渴评分量表，参见图 A.1；

b) 测试与判定：运动员根据当前自我感觉选择等级，主观感觉小于等于 3 可判定为无明显脱水感觉。

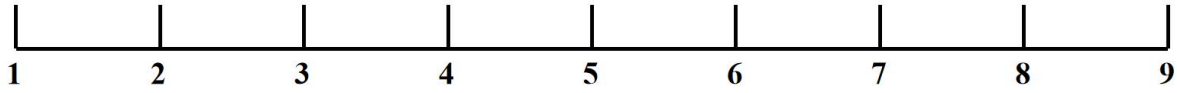



图 A.1 口渴评分量表

注：1 为“完全不渴”，9 为“非常非常渴”。

A.2.2.3 尿液颜色测试与判定

尿液颜色测试是运动员可自行操作的快速主观评估方法，其测试与判定方法如下：

a) 测试工具：经过验证的 8 点尿液比色卡，参见图 A.2；

b) 测试与判定：运动员在光线充足处比对尿液样本与比色卡，颜色等级小于等于 3 可判定为水合状态正常。




图 A.2 尿液比色卡

注：比对尿液颜色与比色卡色号。若为 1、2 或 3 号色，水合正常；颜色更深，则提示缺水。

A.2.2.4 基于维恩图的综合判定流程

现场评估宜采用维恩图法对 A.2.2.1~A.2.2.3 的三项指标进行综合判定，其逻辑关系见图 A.3，流程如下：

a) 指标测量：依次评估并记录体重变化、主观口渴感和尿液颜色三项指标的实测值。

b) 异常判定：三项指标中出现任一项达到以下阈值即视为异常：

1）体重变化：相对于个体晨重基线，下降大于等于 1%；

2）主观口渴感：量表等级大于等于 5；

3）尿液颜色：比色卡等级大于等于 5。

c) 综合判定：根据异常指标的数量，按图 A.3 所示维恩图逻辑进行水合状态综合判定。

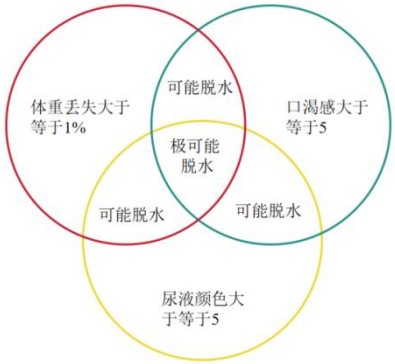



图 A.3 维恩图评估工具

体重：相对于个体晨重基线，下降大于等于 1%。尿液颜色：使用经过验证的 8 点比色卡进行评估，颜色大于等于 5。口渴感：使用 9 点 Likert 量表（1 为“完全不渴”，9 为“非常非常渴”），主观感觉大于等于 5。当三个指标中任何一项异常时，提示水合状态异常；当任意两项指标异常时，个体被判定为“可能脱水”；当三项指标均异常时，则判定为“极可能脱水”。

# 附　录　B

（资料性）

## 个性化补水计划

个性化补水计划宜依据个体出汗率制定，步骤如下：

a) 测量运动前后体重；

注：在运动前和运动后分别于空腹、排空膀胱且穿着相同衣物的状态下称重，并记录运动期间补水量与排尿量。

b) 计算出汗量：按公式(B.1)计算。

出汗量（L）=运动前体重（kg）－运动后体重（kg）+运动期间补水量（L）－排尿量（L） (B.1)

c) 计算出汗率：将出汗量除以运动时长，按公式(B.2)计算。

出汗率（L/h）=出汗量（L）÷运动持续时间（h） (B.2)

d) 确定补水量：根据出汗率与运动时长，按“补水量不超过出汗量的 80%”原则计算，该原则旨在避免过度补水导致体重增加，按公式(B.3)计算。

补水量（L）=出汗率（L/h）×运动时长（h）×0.8 (B.3)

# 《运动员训练期科学补水指南》行业标准
# 编制说明

## 一、工作简况

（一）任务背景

水是生命之源，运动员科学补水是维持运动表现和保障健康的关键环节。但已有调查研究显示我国运动员在补水方面普遍存在知识缺乏、态度消极以及补水行为不科学等问题[1-4]。大多数运动员对补液的基本常识知晓率较低，且补水习惯不规范，存在过量补水、饮料选择不当等问题。与此同时，教练员、运动员又迫切希望能得到合理补液的科学指导。

因此，结合我国运动员的实际需求，制定一套科学、规范的运动员补水指南，指导运动员在学会实时判断自身水合状态的同时，能够结合运动项目、环境因素以及自身特点科学合理的补水，以维持运动表现和避免健康风险，是解决运动员在补水方面知识、信念、行为上的严重失衡问题的有效途径。然而，我们目前对运动员补水问题尚缺乏足够的关注，没有相关指导建议，因此制定《运动员训练期科学补水指南》将填补目前中国运动员科学补水指南的空白，为运动员的训练保障提供重要支持。

（二）标准的起草单位及起草人

本标准的起草单位为：国家体育总局运动医学研究所、北京体育大学、国家体育总局体育科学研究所、北京大学。

本文件主要起草人为：张霞、严翊、马冠生、安楠、梁辰、谢敏豪、邱俊强、苏浩、何子红、张漓、信泽坤、陈越、吴博隆、于良、何江华。

| 起草人 | 起草单位 | 分工 |
| --- | --- | --- |
| 张霞、安楠、梁辰、谢敏豪、于良、何江华 | 国家体育总局运动医学研究所、北京体育大学 | 负责整个标准起草工作的统筹协调、编制流程的控制管理以及标准格式和用语的规范。 |
| 严翊、邱俊强、苏浩、信泽坤、陈越、吴博隆 | 北京体育大学 | 负责整个标准起草工作的统筹协调及具体起草工作。 |
| 何子红、张漓、马冠生 | 国家体育总局体育科学研究所、北京大学 | 负责提供专业技术支持，确保标准的科学性和技术可行。 |

（三）主要工作过程

1. 现状预研与调研阶段（2020 年 7 月-2025 年 7 月）

（1）项目组在两届奥运会（北京冬奥会，东京夏奥会）运备战期内对我国夏季和冬季项目，779 名运动员开展了饮水及排尿相关的知识、态度、行为的调查，分析、比较了我国不同项目、不同等级、不同性别运动员的补液、排尿相关知识、态度、行为方面的现状及差异[1-4]，为制定适用于我国运动员训练期的科学补水计划提供基础数据支持，该项工作由北京体育大学完成。

（2）项目组充分检索、调研了了历年（2000 年~2025 年）来国内外运动员补水的科学研究成果，美国运动医学学会、澳大利亚营养学会、世界卫生组织、国际营养学会、中国运动医学学会等国内外学术组织和机构的相关工作指南，并开展了专家访谈，完成编制“运动员训练期科学补水指南”的前期准备工作。

2. 立项阶段（2025 年 7 月）

2025 年 7 月 3 日，项目组组织相关领域专家召开会议，正式成立《运动员训练期科学补水指南》编写小组。会议围绕该指南的制定方向、内容框架及行业标准立项等议题展开深入讨论，明确指南编制应聚焦核心内容，简化电解质相关章节，并强化评估依据的科学性。同时，启动《运动员训练期科学补水指南》国家体育总局行业标准申请工作，组织对现有相关标准和规范的应用情况进行调研、查阅文献资料、咨询，完成申报书初稿和标准草案，确定题目为《运动员训练期科学补水指南》。

2025 年 8-10 月，编写组多次召开文献证据梳理与标准框架讨论会，围绕前期运动员补液知信行调查结果、国内外补水指南及相关研究证据进行讨论，梳理训练期科学补水需要解决的主要问题。会议提出按运动前、运动中、运动后的顺序组织技术内容，并将水合状态评估及个体化补水因素贯穿各阶段。

2025 年 10-12 月，编写组召开水合状态评估方法专题讨论会，重点研究体重变化、口渴感、尿液颜色及相关尿液指标在训练场景中的适用性，讨论现场评估与实验室检测方法的区别。会议提出补充个体基线、测量时点、采样条件及可能干扰因素的说明，避免以单一指标直接替代综合判断，并核对正文与评估图表之间的对应关系。

3. 起草阶段（2025 年 7 月-2026 年 9 月）

2026 年 5 月 11 日，国家体育总局印发《关于〈运动员训练期科学补水指南〉体育行业标准立项的通知》，批准本项目立项。项目计划号为 202601，项目性质为制定，项目周期为 18 个月，申报单位为国家体育总局运动医学研究所，起草单位为国家体育总局运动医学研究所、北京体育大学和北京大学。本标准为首次制定，不代替现行标准。

2026 年 5—6 月，项目正式立项后，编写组召开任务部署与工作方案讨论会，对照立项通知明确的任务要求，统筹研究起草、征求意见、技术审查及报批各环节的衔接安排。同时，组织开展技术内容专题讨论，围绕标准适用范围、水合状态评估、分阶段补水及个体化补水方案，对主要技术内容进行逐项研究，重点核查推荐依据与相应条款的对应关系、技术建议在实际训练场景中的适用性，以及不同章节之间的逻辑衔接和表述一致性。

2026 年 7—8 月，编写组多次召开专题研讨会，围绕标准文本规范性、标准文本与编制说明的一致性及征求意见材料的完整性开展讨论，逐项核查标准名称、适用范围、术语和定义、条款层次、规范性引用文件、图表、公式及附录的编排与表述，统一术语、符号和计量单位，完善主要条款的制定依据及编制过程说明。

在文献资料分析和多轮研讨的基础上，编写组经反复论证与修改，形成标准文本征求意见稿和编制说明，送交全国体育标准化技术委员会（以下简称“标委会”），为开展征求意见工作提供材料基础。本阶段工作成果为标准文本征求意见稿及编制说明。

（四）制定标准的必要性和意义

1. 必要性

水是人体代谢中不可或缺的基础介质，具有溶剂运输、调节体温、润滑组织和关节、参与生化反应、维持细胞形态等的生物学功能。由于人体内不储存多余的水分，水平衡是维持机体内环境稳定的基本保障。大量研究证实，运动过程中能量代谢加强会导致核心体温升高，汗液蒸发是机体调节体温的主要途径，因此运动中机体的出汗量可达 2.0-7.0 L，其中 99%是水分。当身体流失的水分超过体重的 2%，运动表现就会受到负面影响；而超过体重 10%的急性脱水

可能导致心血管和中枢神经系统的严重功能障碍，甚至肾功能衰竭和死亡。因此，科学的补水策略对于维持运动员的水合状态、保障健康和提高运动表现至关重要。然而，调查显示，一方面我国运动员在补水方面普遍存在对补水重要性认识不足、补水知识缺乏的问题，以及过度补水、补水选择不当等错误的补水行为；另一方面，我们尚未就运动员合理补水建立相关的权威指南或标准。因此，基于运动员训练期的补水需求，针对我国各级各类运动员在科学补水方面存在的问题，制定适用于指导我国运动员的科学补水的行业标准迫在眉睫。

2. 意义

整合多学科研究证据，以指导我国运动员在日常训练期间合理补水、避免脱水影响训练及运动表现为目的而制定的《运动员训练期科学补水指南》首次系统构建了适合我国运动员的训练期补水体系，填补了国内运动员科学补水标准化建设的空白。《指南》针对训练期的运动前、中、后建立了不同阶段的差异化补水策略；结合训练场景，提出了不同环境下的补水策略。《指南》通过明确水合状态评估方法、补液原则和具体的措施，帮助运动员维持良好水合状态，减少脱水相关的肌肉痉挛、热射病等健康风险，进而提升训练适应能力及运动表现。此外，《指南》也为队医、营养师及教练员提供了标准化操作建议，推动补水管理与科学训练深度融合，具有一定的实用性，良好的科学性和前沿性。

## 二、标准编制要求与确定标准主要内容的依据

### （一）标准编制要求

1. 先进性原则

本标准所涵盖的内容，经过对国内外最新高质量文献的深入研究，采用了领域公认的先进技术方法，并引用了具有广泛影响力的文献作为依据。此外，

标准制定过程中将多次召集各相关领域的专家进行论证，确保了标准的先进性。

2. 实用性原则

本标准基于对精英运动员补水知识、信念和行为的调查数据，参考国内外相关文献，明确了运动员在训练期间不同运动阶段的补水原则、具体操作建议及注意事项，有助于使运动员在训练期间的补水行为更加科学化，从而助力提升运动表现和健康保护。

3. 规范性原则

起草组按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》和《标准编写规则》（GB/T 20001）系列标准等要求，并且使用《标准化文件编写工具软件（SET2020）》对标准进行了编辑性处理。

（二）确定标准主要内容的依据

本标准规定了中国运动员训练期补水原则、分阶段补水策略、特殊环境应对建议、个性化补水方案设计方法。本标准适用于教练员等相关人员对运动员训练期补水行为的科学指导，也可为运动人群提供相关参考。

标准主要内容包括：范围、术语和定义、运动不同阶段的补水指南以及特殊情况下的补水要求。

编制依据主要包括：

1.工作组收集、整理和分析前期关于精英运动员的补液、排尿知信行调查数据，了解运动员对补水的实际需求及存在的问题。

2.工作组收集纳入至 2025 年 3 月发表的国内外运动员相关补水研究、指南及共识、论著等文献数据。

3.本标准在制定过程中参考了国际和国外先进标准，包括《国际奥委会运动营养共识声明》（2010）、《国际营养协会运动与运动营养评论：研究与建

议》（2010、2018）、《美国营养与饮食学会、加拿大营养师协会和美国运动医学学会的立场：营养与运动表现》（2009、2016）、《美国运动医学学会：运动和补水》（2007）、《美国运动训练师协会立场声明：体育活动者的液体补充》（2017）、《德国营养学会运动营养工作组的立场：运动中的液体补充》（2020）、《澳大利亚运动营养师协会立场声明：炎热环境下运动的营养》（2020）中国营养学会编著《中国居民膳食营养素参考摄入量（2022 版）》等。

4.工作组组织并召开多次专家论证会。与会专家们拥有广泛的专业背景，涵盖营养学、生理学、训练学等多个领域，就标准的指标、制定依据以及意见处理等议题进行深入讨论，为标准的制定提供了有力的支持。

**三、主要条款的说明**

本次起草《运动员训练期科学补水指南》的具体方案，按照规范的标准书写要求，包括：范围、规范性引用文件、术语和定义、基本原则、基本要求、附件和编制说明等。

在“范围”一节中，说明本标准的通用要求和适用范围。

在“规范性引用文件”中，列出涉及本标准的相关国家标准和管理办法。

在“术语和定义”中，着重叙述水平衡、水合状态和水的适宜摄入量的定义。

主要内容：分别就运动员训练期的运动前、中、后补水目标、具体措施、注意事项、特殊环境的补水指导等进行了详细阐述。填补了目前国内关于这部分规定的空白，为运动员训练期的规范补水行为提供依据。具体制定依据汇总如下。

（一）在 4.1 说明了运动员运动前水合状态评估方法及补水策略

运动前的补水目标是确保身机体以良好的水合状态开始训练[5-9]（对应标准

文件：4.1）。若在正餐时已摄取充足水分，且经过充分吸收，机体通常可接近体液平衡状态。但已有调查研究显示我国运动员在补水方面普遍存在知识缺乏、态度消极以及补液行为不科学等问题。大多数运动员对补液的基本常识知晓率较低，且补液习惯不规范，存在过量补液、饮料选择不当等问题[1-4]。国外研究调查显示，足球运动员运动前脱水的问题较为普遍。通过对 24 项研究的汇总分析发现，以尿比重、尿渗透压和尿色作为评估指标时，运动前脱水的总体发生率分别为 63.3%、37.4%和 58.8%。这表明超过三分之一至半数以上的足球运动员在运动前存在脱水状态[10]。运动前避免低水合状态对维持运动过程中的运动表现至关重要，一项系统评价报告称[11]，与正常水合状态相比，运动前低水合状态使机体有氧运动表现降低 2.4%，峰值耗氧量下降 2.4%，乳酸阈值耗氧量降低 4.4%。研究强调，运动前维持良好水合状态是避免运动中表现下降、优化训练效果的必要前提，需引起运动员的重视。

运动员应在运动前对自身水合状态进行评估，以识别脱水风险，为制定个体化补液策略提供依据。评估应遵循个体化、多维度交叉验证的原则。为此，学界发展出了多种评估方法，Armstrong 将其系统综述为总体评估、血液变量、尿液变量及感觉变量等方法[12, 13]。在实际应用中，评估方法的选择需兼顾准确性、可行性与个体差异，因为任何单一方法都可能受饮食、运动及环境等因素干扰，导致误判。

在体液稳定且达到平衡的实验室条件下，总体水和血浆渗透压被视为评估水合状态的“金标准”[12]。同位素稀释法和中子活化分析法是测量总体水的标准方法，但因其需要 3-5 小时实现体内同位素平衡，且要求体液稳定，故难以应用于日常活动或频繁监测。相比之下，血浆渗透压提供了实用的临界参考，健康个体正常水合状态的平均值为 284 mOsm/kg，上限通常设定为 290 mOsm/kg[6,

[14]。出汗导致体重每减少约 2%，血浆渗透压便会相应增加约 5 mOsm/kg[15]。然而，血浆渗透压存在显著的个体差异，在判断脱水时应以个体基线值为参照，而非单纯依赖群体标准。此外，尽管该指标与细胞内水分状态存在生理关联，但它仍属间接测量，无法直接反映细胞层面的真实水合状况。血液采集的侵入性也构成了其在实际应用中的障碍。

在现场环境下，操作简便、安全可靠的非侵入性方法更具实用价值。根据 ACSM 的建议，可采用非侵入性的尿液测量指标，并将尿比重＜1.020 或尿渗透压＜700 mOsm/kg 作为正常水合状态的标准。然而，在使用尿液指标时，必须注意其潜在的误导性，特别是在再水合阶段。个体摄入大量低渗液体后，尽管仍处于脱水状态，尿液可能因大量排出而呈现低尿比重和尿渗透压，错误提示为水合正常。为确保评估有效性，ACSM 建议采用晨起第一次尿液样本，或在水分摄入状态稳定数小时后取样，以准确区分脱水与正常水合状态，从而避免再水合过程中尿液指标“假正常化”对判断的干扰。

采用精确电子秤测量体重变化，是评估水合状态的有效方法，但其有效性依赖于与可靠基线数据或运动前后的比较[16, 17]。为维持正常水合状态，建议将每日晨重控制在个人基线体重的±1%范围内[17]。建立有效基线需在正常水合状态下，连续 3 天于固定时间（如晨起排便后）测量裸体重，以排除昼夜节律及个体饮食、消化、液体摄入与排便习惯的影响[16-18]。女性运动员因月经周期中黄体期可能导致水分潴留与体重波动[19]，建议增加测量次数以提高准确性。体重评估法最适合用于识别短期体内水分的急性变化，例如运动前后的体液流失，或作为辅助手段与其他评估方法结合使用，从而提升判断的全面性和可靠性[8, 17]。在现场环境下，个体若早晨体重接近日常基线水平、液体摄入充足、尿液呈淡黄色且尿量正常，通常可判定为正常水合状态。

口渴感作为人体调节水合状态的主观生理信号，可以作为评估水合状态的重要辅助指标[20]。它通常通过主观口渴感觉量表（如 1 至 9 分）进行量化[20, 21]（图 A.1）。研究证实，口渴评级与体液丢失之间存在线性关系，能够有效区分轻度低水合状态（如体液丢失约 2%）与正常水合状态[20, 22]。此外，清晨的口渴感也被证明与通过急性体重变化测量的低水合状态显示出强相关性。然而，必须注意口渴感的局限性：它本质上是主观感知，其准确性易受多重因素（包括年龄、疾病状态、环境条件和个体习惯）影响[20, 21, 23]。因此，在评估水合状态时，不应将口渴感作为唯一的量化指标，而应将其视为指导饮水行为的信号，并结合客观的生化或生理指标（如尿比重、血浆渗透压）进行综合判定[24]。

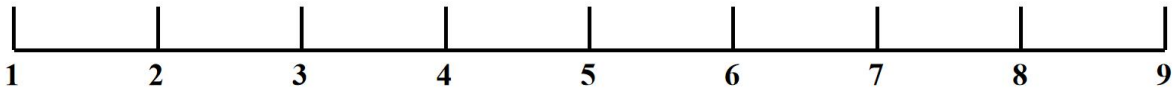



图 A.1 Likert 量表

注：1 为“完全不渴”，9 为“非常非常渴”

尿液颜色作为一种简单、无创的指标，因其能够直观地反映尿液的浓缩程度，而被广泛用作评估水合状态的有效工具。一般来说，尿液颜色越深（如琥珀色），表明尿液越浓缩，提示体内水分相对不足（脱水）；颜色越浅（如淡黄色至透明），则通常提示水合状态良好[25, 26]。可通过尿液比色卡辅助判断尿液颜色（图 2）。然而，其评估的准确性受到采样的时机和外部混杂因素的显著影响，故使用时务必注意：（1）采样时机：随机尿液样本的颜色易受近期饮水、饮食（如高溶质负荷）和运动的瞬时影响，可能导致评估偏差，因此建议采用更能代表基础水合状态的清晨第一次排尿样本进行评估[27, 28]。（2）混杂因素：某些维生素（尤其是 B 族）或药物可能会改变尿液的自然颜色，使其与实际水合状态不符。（3）联合应用：为提高评估的有效性，专业指南通常建议将尿液

颜色配合其他水合标志物（如尿比重或体重变化）联合使用，以弥补其作为单一指标时的局限性[23]。




图 A.2 尿液比色卡

注：尿液比色卡助您评估身体水合状态。用法：比对尿液颜色与比色卡色号。若为 1、2 或 3 号色，水合正常；颜色更深，则提示缺水，需及时补水。

为了在实际应用中构建一种简便且有效的评估手段，Cheuvront 与 Sawka 提出了一个综合体重、口渴感和尿液颜色的评估方法[29]。该方法被视为评估运动员水分状态的实用且高效的策略[29-33]，见图 3。

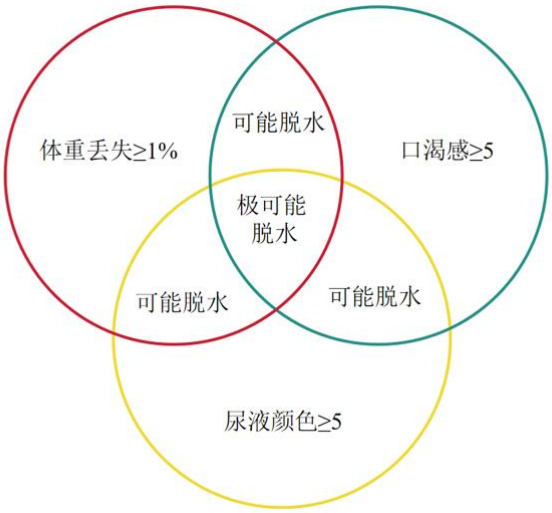



图 3 维恩图评估工具

注：体重：相对于个人晨重基线下降≥ 1%。尿液颜色：使用经过验证的 8 点比色卡进行评估，颜色≥ 5。口渴感：使用 9 点 Likert 量表（1 为“完全不渴”，9 为“非常非常渴”），主观感觉≥ 5。当三个指标中任何一项异常时，提示需关注水合状态；当任意两项同时超过阈值时，个体被判定为“可能脱水”；当三项指标均异常时，则判定为“极可能脱水”。

维持正常水合状态所需的每日饮水量存在巨大的个体差异。例如，一项运用氘标记法测定水分周转的大样本研究表明，每日饮水量在 1200-7700 ml 之间均有可能维持正常水合，其关键在于达成液体摄入与流失的平衡[34]。另有研究对习惯性低饮水量（≤1200 ml/d）和高饮水量（2000-4000 ml/d）人群进行了比较，发现两组受试者的血浆渗透压等水合指标均处于正常范围，这表明在不同

的饮水习惯下均能够保持正常水合[35]。《中国居民膳食指南》建议男性每日饮水 1700 ml，女性每日饮水 1500 ml。以上数据表明，较广范围内的液体摄入量均与正常水合状态相一致。

由于运动叠加每日液体需求的个体差异，运动员往往难以确定适宜的水的摄入量范围。因此，建议运动员在运动开始前要对水合状态进行评估以确定个人的适宜补水量。可以通过留意个人身体的信号，例如体重变化、口渴感、排尿频率以及尿液颜色，以综合评估运动前的水合状况。若运动前出现体重减轻 1%、口渴感加重、排尿次数减少或尿液颜色加深的现象，提示可能存在饮水不足或脱水风险。需特别注意，补水目标并非追求尿液颜色尽可能浅，过量饮水不仅可能引起身体不适，严重时甚至会对健康造成危害。

综上所述，水合状态的评估是一个多维度、个体化的过程。没有单一完美的评估方法。运动员在运动前应采取多种评估方法，并充分考虑个体的基线水平、运动情境、生理状态及潜在干扰因素，进行交叉验证与综合判断。通常，血浆渗透压＜290 mOsm/kg，尿比重＜1.020 或尿渗透压＜700 mOsm/kg 作为正常水合状态的标准。还可以通过体重变化、口渴感、排尿频率以及尿液颜色，以综合评估运动前的水合状况。若运动前出现体重减轻 1%、口渴感加重、排尿次数减少或尿液颜色加深的现象，提示可能存在饮水不足或脱水风险（对应标准文件：4.1.1；附录 A）。

美国运动医学院（American College of Sports Medicine，ACSM）建议在运动前 2-4 小时摄入 5-10 mL/kg 体重水分，使尿液颜色呈淡黄色。若没有尿液或者尿液颜色深或浓度高，运动前 2 小时再补充 3-5 mL/kg 体重的水分。国际运动营养学会（International Society of Sports Nutrition，ISSN）强调分阶段补水的方法：前一晚饮用 500 ml 水或运动饮料，起床后再补充 500 ml，运动前 20-30 分

钟补充 400-600 ml 水[9]。同时注意避免过度饮水，防止运动中频繁排尿或加重低钠血症风险，同时结合个体出汗率、环境条件和运动类型制定个性化方案[5-9]（对应标准文件：4.1.2）。

运动前诱导高水合状态对预防运动中脱水、提升耐力运动表现具有潜在的有益影响。Jardine 等[36]研究纳入了 38 项研究，涉及 403 名参与者，其中 22 项研究评估了运动表现。研究发现，运动前补水可能通过急性增加血容量，降低心率和核心温度，从而提高恒定运动强度下的运动能力。具体而言，两项研究报告计时赛表现提高 5.7%-11.4%，3 项研究显示总工作量增加 4%-5%，5 项研究表明运动能力提升 14.3%-26.2%。在恒定运动强度下，9 项研究观察到运动过程中平均心率降低，8 项研究报告运动过程中平均核心温度降低，10 项研究显示血容量增加。值得注意的是，26 项研究报告了不良反应，这些症状的严重程度与摄入剂量、速度和水合剂类型密切相关。典型的案例包括有研究报告称，在预先补充甘油之后，可能会出现恶心、腹胀以及轻微头痛等症状[37-43]（对应标准：4.1.3）。

（二）在 4.2 中说明了运动员训练中水合状态评估方法与补水策略

运动期间补水的目标是防止过度脱水和电解质平衡的过度变化，以避免运动表现受损[5-9]。国外相关共识建议，运动员在运动过程中应摄入充足的水分，以补充因汗液流失导致的体液减少，确保体液丢失不超过体重的 2%[5-9]（对应标准：4.2.1）。补水的速率和量取决于个体的出汗率、运动的持续时间以及运动期间的补水机会等因素。然而，由于运动强度、持续时间、体能水平、热适应程度和环境条件等因素的不同，个体的出汗率存在差异。因此，很难精确推荐一个具体的补水方案。建议运动员们应了解自身的出汗率，并据此制定个性化的补水计划。下表总结了制定个性化补水计划的步骤（对应标准：附录 B）。

表 1 制定个性化补水计划的步骤

a) 测量个体运动前后体重。在运动前、后分别空腹、排空膀胱且穿着相同衣物的状态下称重，记录运动前体重与运动后体重，同时记录运动中实际补水量和排尿量。

b) 计算出汗量：按公式(F.1)计算。

出汗量（L）=运动前体重（kg）－运动后体重（kg）+运动期间补水量（L）－排尿量（L） (F.1)

c) 计算出汗率：将出汗量除以运动时长，按公式(F.2)计算。

出汗率（L/h）=出汗量（L）÷动持续时间（h） (F.2)

d) 确定建议补水量：根据出汗率与运动时长，按“补水量不超过出汗量的 80%”原则计算，该原则旨在避免过度补水导致体重增加，按公式(F.3)计算。

建议补水量（L）=出汗率（L/h）×运动时长（h）×0.8 (F.3)

在运动过程中，关于补水策略存在两种主要观点：一种是遵循预先设定的补水计划（Programmed drinking，PD），另一种是根据口渴感自由补水（Ad libitum/drink to thirst，ALD）。ACSM 和美国运动训练师协会（National Athletic Trainers' Association，NATA）的共识倾向于推荐通过预先设定的补水计划来保持运动表现，并减轻心血管和体温调节的压力[6, 8]；第三届运动相关低钠血症专家共识强调，应以口渴感作为指导，避免过度饮水以预防运动性低钠血症[44]。实际上，两种策略的宗旨都是为了预防脱水或过度补水，确保运动表现。具体选择哪种策略，应依据运动项目的时长、强度、环境，以及个人的体能水平、适应能力和目标来决定。近期完成的一项系统评价，整合了 7 项研究，共计 82 名参与者，对比研究了两种饮水策略在 1-2 小时中高强度骑行与跑步运动中的效果。结果显示，PD 组平均饮水量显著高于 ALD 组，体重下降幅度分别为 1.0 ± 0.5%和 2.1 ± 0.7%，ALD 组的体重下降幅度达到传统认为可能影响运动表现的脱水阈值。然而，ALD 组耐力表现相较 PD 组轻微提高，但效应量很小，提示实际应用中两种策略对表现的影响无显著差异[45]。考虑到运动的持续时间、强度、环境条件以及个体差异，特定情境下，例如，当运动持续时间少于 1-2

小时、运动强度较低、且在凉爽环境下进行时，采用 ALD 策略进行补水足以满足身体需求。然而，在其他特定情境下，如长时间、高强度的运动，以及在温暖或炎热的环境下，有计划的水分补充显得尤为关键。必须根据个体差异制定个性化的补液策略，以预防体温调节功能障碍、心血管系统压力的加剧，以及运动表现的下降[46-50]（对应标准：4.2.2；附录 B）。

运动期间的补水效果受到胃排空速度和肠道吸收速度的影响。胃排空速度受多种因素调节，包括液体的体积、能量密度、渗透压、温度以及运动条件等因素。渗透压是影响补水效果的一个重要因素。碳水化合物电解质溶液（Carbohydrate electrolyte solution，CES）的渗透压由其所含的总溶质所决定，主要取决于碳水化合物（Carbohydrate，CHO）的含量和类型，其次还取决于电解质含量。最近的一项系统综述和荟萃分析汇总了 28 项研究的数据，评估了高渗（>300 mOsmol/kg）、等渗（275-300 mOsmol/kg）或低渗（<275 mOsmol/kg）CES 对持续运动期间血浆容量变化的影响。该研究得出结论，与等渗 CES、高渗 CES 和水相比，低渗饮料更有可能维持血浆容量变化。电解质含量也与低渗、等渗和高渗 CES 中血浆容量的改善呈正相关，尽管含有>50 mmol/L 钠的配方被排除在分析之外，因为这些配方被认为适口性差，可能会影响饮水量[51]。欧洲食品安全局的一份共识声明强调，为了增强运动期间 CES 的吸收效果，CES 应含有 80-350 kcal/L 的 CHO，且至少 75%的能量来自可引起高血糖反应的 CHO，如葡萄糖、葡萄糖聚合物和蔗糖，还应含有 20-50 mmol/L（460-1150 mg/L）的钠，渗透压为 200-330 mOsm/kg 水[52]（对应标准：4.2.3）。

提升饮品的口感能够促进运动期间的饮水量增加。饮品的口感受多种因素影响，包括温度、钠含量以及所添加的调味品等[6, 8]。ACSM 建议的水温范围为 15-21℃，然而，这个范围可能会因个人偏好、文化背景和地域差异而有所变化。

澳大利亚营养协强调，在炎热的环境中进行运动时，饮用冷饮（温度低于 10 °C）或冰饮，可能会带来额外的运动感知和表现上的益处[53]。近期的一项系统评价和 Meta 分析探究饮料温度对于耐力运动期间液体摄入量及口感的具体影响情况。该研究共筛选纳入了 14 项 RCT，并对冷饮（0-10 °C）、凉饮（10-22 °C）与温暖饮料（≥22 °C）之间的差异效果予以比较。在针对饮料口感的 10 项 RCT 的 Meta 分析结果显示，相较于温暖的饮料（≥22 °C），受试者更加偏爱冷饮（0-10 °C）或者凉饮（10-22 °C）。此外，还进行了涉及液体摄入量相关研究的 5 项 RCT 的 Meta 分析，结果显示，在运动过程中，参与者对于冷饮或凉饮的摄入量相较于对照组（饮用温饮料）多约 50%。另有 4 项 RCT 专门针对运动期间的水合作用情况进行了评估，结果显示，与饮用温暖饮料的参与者相比，饮用冷饮或凉饮的参与者在运动结束后体重减少降低了 1.3%[54]。综上所述，运动期间理想的饮料温度应在 10-22 °C 之间，尤其是在炎热环境下进行耐力运动时，冷饮能帮助保持良好的水合状态和提高运动表现[54-58]（对应标准：4.2.3）。

（三）在 4.3 中说明了运动员训练后水合状态评估方法与补水策略

在运动后，多数运动员会经历脱水现象，因此，主动补充水分以恢复至正常的水合状态显得尤为重要[59]。运动后及时的水分补充对于恢复体液平衡、缓解脱水症状、减轻疲劳以及促进机体恢复具有积极作用。补水的目标是为了完全补充运动中流失的体液和电解质，而具体的补水策略则需依据流失程度及恢复需求进行相应调整[5-9]。在大多数情况下，若恢复时间充足，运动员通过正常饮食、食用零食以及饮用适量的水分，即可有效地恢复体液和电解质水平[6, 60]。然而，当脱水情况较为严重，并且需要在较短的时间内（恢复时间少于 12 小时）再次进行运动时，则必须执行更为严格的补水计划。研究表明，必须摄入超过流失的液体才能实现完全补水。国外共识或研究通常建议运动员每减轻 1 kg 体

重，额外补充 1.5 L 的水分[5-9]。同时，为防止利尿效应，应采取分次小量饮水的方式，避免一次性大量摄入水分[61, 62]（对应标准：4.3.2）。

酒精被广泛认为是一种利尿剂，其作用机制包括抑制抗利尿激素的分泌和减少肾小管对水分的重吸收[63]，从而降低液体潴留果。研究显示，运动后摄入酒精会显降低补水效果[63-65]，并对后续运动表现及认知功能造成负面影响[64]。基于这些发现，建议在恢复期间避免摄入酒精。类似地，由于咖啡因的利尿作用，在运动后补水期间的摄入可能会增加尿量，从而增加对液体的需求，因此在恢复期应避免摄入[66-68]（对应标准：4.3.3）。

**四、本标准采用国际和国外先进标准的，说明采标程度，以及与国内外同类标准水平的对比情况。**

本标准所采用的一些服务标准和规范没有国标或行标的标准方法可以参考或应用，所有专家将对方法的科学性、可操作性等进行充分探讨。

本标准在制定过程中参考了国际权威著作和文献发表，并已广泛应用的方法和标准，包括《国际奥委会运动营养共识声明》（2010）、《国际营养协会运动与运动营养评论：研究与建议》（2010、2018）、《美国营养与饮食学会、加拿大营养师协会和美国运动医学学会的立场：营养与运动表现》（2009、2016）、《美国运动医学学会：运动和补水》（2007）、《美国运动训练师协会立场声明：体育活动者的液体补充》（2017）、《德国营养学会运动营养工作组的立场：运动中的液体补充》（2020）、《澳大利亚运动营养师协会立场声明：炎热环境下运动的营养》（2020）、中国营养学会编著《中国居民膳食营养素参考摄入量（2023 版）》等，并考虑到中国运动员的日常训练期的实际情况，更适用于中国运动员日常训练期的补水策略，具有一定的先进性。

## 五、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

本标准内容符合国家现行法律、法规要求，术语定义中水平衡（water equilibrium）引用卫生行业标准《营养名词术语》（WS/T 476）中相关定义，并与参照采用的相关标准有一定的对应或引用关系。

## 六、重大分歧意见的处理经过和依据

（一）经过在标准制定过程中，若出现重大分歧意见，处理经过通常包括以下步骤：

(1)收集和汇总分歧意见：在标准的征求意见阶段，广泛收集各方提出的意见和建议，特别是涉及重大分歧的反馈。通过调查问卷、专家座谈会、行业研讨会等形式，全面了解各方的关切和意见。

(2)建立评审小组：组建由相关领域的专家、学者、行业代表和技术顾问组成的评审小组，负责对重大分歧意见进行深入分析和评估。小组成员需具备相关专业背景和丰富经验，以确保评审的公正性和权威性。

(3)分析和讨论：评审小组对收集到的分歧意见进行详细分析，比较不同意见的合理性和可行性。通过讨论和辩论，找出各方意见的核心问题，并考虑不同方案的优缺点。

(4)制定解决方案：基于分析结果，评审小组提出解决方案或妥协方案。方案应兼顾各方利益，力求在技术、操作和实际需求上找到平衡点。

(5)征求反馈和修订：将处理方案提交相关方进行再次征求意见，确保解决方案能够得到广泛认可。在收到反馈后，对方案进行必要的修订和完善。

(6)最终确定和发布：在经过充分讨论和修订后，最终确定解决方案，并将修改后的标准正式发布。同时，公开处理过程和依据，确保透明度和公信力。

（二）处理依据：在处理重大分歧意见时，依据包括以下几个方面：

(1)相关法律法规：依据国家和地方相关法律法规，确保处理过程和解决方案符合法律要求。特别是涉及公共健康、赛事管理等方面的法律法规，作为处理分歧的基本遵循。

(2)标准化原则：遵循国际和国内标准化工作原则，确保处理方案符合标准化的基本要求，如科学性、可操作性和适应性。

(3)专家意见：依托专家评审小组的意见和建议，结合行业最佳实践和技术标准，确保处理方案的专业性和实践性。

(4)利益平衡：在处理过程中，依据利益平衡原则，考虑各方意见和需求，力求在保障赛事安全和健康的前提下，兼顾各方的合理要求和实际操作能力。

**七、作为强制性标准或推荐性标准的建议及其理由（注：（二）、（三）强制性标准编辑内容）**

本标准建议为行业推荐性标准。

**八、贯彻标准的要求措施建议（包括政策措施、组织措施、技术措施、过渡办法、宣贯培训、试点示范和配套资金等内容）**

本标准颁布后，编写组将在体育总局相关主管部门的领导下，配合国家科技项目实施进行标准的组织实施、宣贯，主要示范点为各国家队。

(1)政策措施：本标准颁布后，编写组将在体育总局相关主管部门的领导下，进行标准的组织实施，明确标准的地位和执行力度。

(2)组织措施：此标准是中国首次为运动员在训练期间的补水问题制定的推荐性行业标准。在实施方面，建议由全国体育标准化技术委员会、国家体育总局体育器材装备中心、国家体育总局运动医学研究以及北京体育大学所共同组织，主要由标准化工作组成员组成标准宣贯小组，负责对标准内容进行讲解和推广。

(3)技术措施：鼓励和支持科研机构、高等院校等开展与运动员补水相关的科学研究，进一步深化对运动员补水机制的理解，为标准的持续改进和完善提供科学依据。同时，加强国际交流与合作，及时跟踪国际上最新的研究成果和动态，不断提升我国运动员补水标准的科学性和先进性。。

(4)过渡办法：考虑到不同运动队、不同训练基地的实际情况和接受能力，可以采取分阶段实施的方式。首先，在国家队和有条件的省级运动队中先行试点实施该标准，积累经验，然后逐步向各级各类运动队推广，确保标准的实施能够稳步推进，避免因突然改变补水习惯而给运动员和教练带来过大的适应压力。在过渡期，各运动队和训练基地应制定详细的过渡期计划，明确在不同阶段需要达到的目标和任务，并逐步调整运动员的补水策略和习惯。同时，要加强对运动员和教练的教育和指导，帮助他们理解标准的重要性以及过渡期实施的必要性，确保平稳过渡到标准的全面实施阶段。

(5)宣贯培训：由标准推广专项小组负责组织，针对各级体育部门的管理人员、运动队的教练员、队医、营养师以及运动员等，举办多层次、多形式的培训班。邀请相关领域的专家进行授课，详细讲解标准的内容、要求以及实施方法等，确保相关人员能够准确理解和掌握标准，为有效实施提供保障。利用互联网平台，开展线上培训课程和宣传活动。制作相关的视频教程、图文资料等，通过体育总局官方网站、社交媒体平台等渠道发布，方便运动员及相关人员随

时随地学习和了解标准内容。同时，开设线上咨询答疑环节，及时解答大家在学习和实施过程中遇到的问题。

(6)试点示范：在全国范围内选择具有代表性的国家队、省级运动队以及训练基地作为试点单位，依据标准要求，指导相关运动队科学合理的进行补水，同时对于运动员进行宣贯，形成示范效应，引导其他训练基地运动员逐步贯彻落实。为试点单位提供必要的技术支持和指导，帮助他们建立健全相关的补水管理制度和流程，确保标准在试点单位能够得到有效的执行。

## 九、废止现行有关标准的建议

不存在可废除的对应标准。

## 十、本标准编制说明的附件

无。

主要的参考文献如下：

[1] 严翊, 安楠, 史小才, et al. 精英运动员的补液、排尿知信行与运动表现 [J]. 中国运动医学杂志, 2021, 40(11): 857-858.

[2] 赵昊天, 宋鸽, 安楠, et al. 夏季项目精英运动员补液知识、态度调查分析 [J]. 中国运动医学杂志, 2021, 40(11): 859-865.

[3] 孙凌宇, 宋鸽, 周其姝, et al. 冬季项目精英运动员补液知识、态度调查分析 [J]. 中国运动医学杂志, 2021, 40(11): 875-882.

[4] 朱文阁, 安楠, 邓懿敏, et al. 冬、夏季项目精英运动员补液行为调查分析 [J]. 中国运动医学杂志, 2021, 40(11): 891-901.

[5] Thomas DT, Erdman KA, Burke LM. American College of Sports Medicine Joint Position Statement. Nutrition and Athletic Performance [J]. Medicine and Science In Sports and Exercise, 2016, 48(3): 543-568.

[6] Sawka MN, Burke LM, Eichner ER, et al. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement [J]. Medicine and Science In Sports and Exercise, 2007, 39(2): 377-390.

[7] Mosler S, Braun H, Carlsohn A, et al. Position of the working group sports nutrition of the German Nutrition Society (DGE): fluid replacement in sports [J]. Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin/German Journal of Sports Medicine, 2020, 71: 178-184.

[8] Mcdermott BP, Anderson SA, Armstrong LE, et al. National Athletic Trainers' Association Position Statement: Fluid Replacement for the Physically Active [J]. J Athl Train, 2017, 52(9): 877-895.

[9] Kerksick CM, Wilborn CD, Roberts MD, et al. ISSN exercise & sports nutrition review update: research & recommendations [J]. Journal of the International Society of Sports Nutrition, 2018, 15(1): 38.

[10] Chapelle L, Tassignon B, Rommers N, et al. Pre-exercise hypohydration prevalence in soccer players: A quantitative systematic review [J]. EUROPEAN JOURNAL OF SPORT SCIENCE, 2020, 20(6): 744-755.

[11] Deshayes TA, Jeker D, Goulet EDB. Impact of Pre-exercise Hypohydration on Aerobic Exercise Performance, Peak Oxygen Consumption and Oxygen Consumption at Lactate Threshold: A Systematic Review with Meta-analysis [J]. Sports Medicine (Auckland, NZ), 2020, 50(3): 581-596.

[12] Armstrong LE. Assessing Hydration Status: The Elusive Gold Standard [J]. Journal of the American College of Nutrition, 2007, 26(sup5): 575S-584S.

[13] Armstrong LE. Hydration assessment techniques [J]. Nutrition Reviews, 2005, 63(6 Pt 2): S40-S54.

[14] Intakes SCOTSEODR, Electrolytes PODRIF, Water. Dietary reference intakes for water, potassium, sodium, chloride, and sulfate [M]. National Academies Press, 2005.

[15] Popowski LA, Oppliger RA, Patrick Lambert G, et al. Blood and urinary measures of hydration status during progressive acute dehydration [J]. Medicine and Science In Sports and Exercise, 2001, 33(5): 747-753.

[16] Baker LB, Lang JA, Kenney WL. Change in body mass accurately and reliably predicts change in body water after endurance exercise [J]. European Journal of Applied Physiology, 2009, 105(6): 959-967.

[17] Cheuvront SN, Carter R, Montain SJ, et al. Daily body mass variability and stability in active men undergoing exercise-heat stress [J]. International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism, 2004, 14(5): 532-540.

[18] Cheuvront SN, Montain SJ. Myths and methodologies: Making sense of exercise mass and water balance [J]. Experimental Physiology, 2017, 102(9): 1047-1053.

[19] Bunt JC, Lohman TG, Boileau RA. Impact of total body water fluctuations on estimation of body fat from body density [J]. Medicine and Science In Sports and Exercise, 1989, 21(1).

[20] Armstrong LE, Ganio MS, Klau JF, et al. Novel hydration assessment techniques employing thirst and a water intake challenge in healthy men [J]. Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism = Physiologie Appliquee, Nutrition Et Metabolisme, 2013, 39(2): 138-144.

[21] Millard-Stafford M, Wendland DM, O'dea NK, et al. Thirst and hydration status in everyday life [J]. Nutrition Reviews, 2012, 70 Suppl 2: S147-S151.

[22] Elliott KB, Keefe MS, Rolloque J-JS, et al. Relationships between Morning Thirst and Later Hydration Status and Total Water Intake [J]. Nutrients, 2024, 16(18): 3212.

[23] Barley OR, Chapman DW, Abbiss CR. Reviewing the current methods of assessing hydration in athletes [J]. Journal of the International Society of Sports Nutrition, 2020, 17(1): 52.

[24] Adams WM, Vandermark LW, Belval LN, et al. The Utility of Thirst as a Measure of Hydration Status Following Exercise-Induced Dehydration [J]. Nutrients, 2019, 11(11): 2689.

[25] Armstrong LE, Soto JA, Hacker FT, et al. Urinary indices during dehydration, exercise, and rehydration [J]. International Journal of Sport Nutrition, 1998, 8(4): 345-355.

[26] Perrier ET, Johnson EC, Mckenzie AL, et al. Urine colour change as an indicator of change in daily water intake: a quantitative analysis [J]. European Journal of Nutrition, 2016, 55(5): 1943-1949.

[27] Cheuvront SN, Kenefick RW, Zambraski EJ. Spot Urine Concentrations Should Not be Used for Hydration Assessment: A Methodology Review [J]. International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism, 2014, 25(3): 293-297.

[28] Johnson EC, Huffman AE, Yoder H, et al. Urinary markers of hydration during 3-day water restriction and graded rehydration [J]. European Journal of Nutrition, 2019, 59(5): 2171-2181.

[29] Cheuvront SN, Sawka MN. Hydration assessment of athletes [J]. Sports Sci Exchange, 2005, 18(2): 1-6.

[30] Keefe MS, Luk H-Y, Rolloque J-J, et al. Hydration Assessment in Males and Females Using the WUT (Weight, Urine Color, and Thirst) Venn Diagram Compared to Blood and Urinary Indices [J]. NUTRIENTS, 2025, 17(4).

[31] Keefe MS, Luk H-Y, Rolloque J-JS, et al. The weight, urine colour and thirst Venn diagram is an accurate tool compared with urinary and blood markers for hydration assessment at morning and afternoon timepoints in euhydrated and free-living individuals [J]. The British Journal of Nutrition, 2023, 131(7): 1181-1188.

[32] Sekiguchi Y, Benjamin CL, Butler CR, et al. The Relationship between %BML, Urine Color, Thirst Level and Urine Indices of Hydration Status [J]. Annals of Nutrition & Metabolism, 2021, 76 Suppl 1: 65-66.

[33] Cheuvront SN, Kenefick RW. Am I Drinking Enough? Yes, No, and Maybe [J]. Journal of the American College of Nutrition, 2016, 35(2): 185-192.

[34] Raman A, Schoeller DA, Subar AF, et al. Water turnover in 458 American adults 40-79 yr of age [J]. American Journal of Physiology Renal Physiology, 2003, 286(2): F394-F401.

[35] Perrier E, Vergne S, Klein A, et al. Hydration biomarkers in free-living adults with different levels of habitual fluid consumption [J]. The British Journal of Nutrition, 2012, 109(9): 1678-1687.

[36] Jardine WT, Aisbett B, Kelly MK, et al. The Effect of Pre-Exercise Hyperhydration on Exercise Performance, Physiological Outcomes and Gastrointestinal Symptoms: A Systematic Review [J]. Sports Medicine (Auckland, NZ), 2023, 53(11): 2111-2134.

[37] Van Rosendal SP, Osborne MA, Fassett RG, et al. Physiological and performance effects of glycerol hyperhydration and rehydration [J]. Nutrition Reviews, 2009, 67(12): 690-705.

[38] Latzka WA, Sawka MN, Montain SJ, et al. Hyperhydration: thermoregulatory effects during compensable exercise-heat stress [J]. Journal of Applied Physiology, 1997, 83(3): 860-866.

[39] Anderson MJ, Cotter JD, Garnham AP, et al. Effect of glycerol-induced hyperhydration on thermoregulation and metabolism during exercise in the heat [J]. INTERNATIONAL JOURNAL OF SPORT NUTRITION AND EXERCISE METABOLISM, 2001, 11(3): 315-333.

[40] Coutts A, Reaburn P, Mummery K, et al. The Effect of Glycerol Hyperhydration on Olympic Distance Triathlon Performance in High Ambient Temperatures [J]. International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism, 2002, 12(1): 105-119.

[41] Dini M, Corbianco S, Rossi B, et al. Hyperhydrating with glycerol: effects on thermoregulation, hydration and athletic performance during specific exergonic exercise in a warm-humid environment [J]. Sport Sciences for Health, 2007, 2(1): 1-7.

[42] Easton C, Turner S, Pitsiladis YP. Creatine and Glycerol Hyperhydration in Trained Subjects before Exercise in the Heat [J]. International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism, 2007, 17(1): 70-91.

[43] Martínez-Noguera FJ, Cabizosu A, Alcaraz PE, et al. Effects of pre-exercise glycerol supplementation on dehydration, metabolic, kinematic, and thermographic variables in international race walkers [J]. Journal of the International Society of Sports Nutrition, 2024, 21(1): 2346563.

[44] Hew-Butler T, Rosner MH, Fowkes-Godek S, et al. Statement of the 3rd International Exercise-Associated Hyponatremia Consensus Development Conference, Carlsbad, California, 2015 [J]. BRITISH JOURNAL OF SPORTS MEDICINE, 2015, 49(22): 1432-1446.

[45] Goulet EDB, Hoffman MD. Impact of Ad Libitum Versus Programmed Drinking on Endurance Performance: A Systematic Review with Meta-Analysis [J]. Sports Med, 2019, 49(2): 221-232.

[46] Kenefick RW. Drinking Strategies: Planned Drinking Versus Drinking to Thirst [J]. Sports Medicine (Auckland, NZ), 2018, 48(Suppl 1): 31-37.

[47] Hoffman MD, Cotter JD, Goulet É D, et al. VIEW: Is Drinking to Thirst Adequate to Appropriately Maintain Hydration Status During Prolonged Endurance Exercise? Yes [J]. Wilderness Environ Med, 2016, 27(2): 192-195.

[48] Bardis CN, Kavouras SA, Adams JD, et al. Prescribed Drinking Leads to Better Cycling Performance than Ad Libitum Drinking [J]. MEDICINE AND SCIENCE IN SPORTS AND EXERCISE, 2017, 49(6): 1244-1251.

[49] Li H, Early KS, Zhang G, et al. Personalized Hydration Strategy to Improve Fluid Balance and Intermittent Exercise Performance in the Heat [J]. Nutrients, 2024, 16(9).

[50] Maughan RJ, Shirreffs SM. Development of hydration strategies to optimize performance for athletes in high-intensity sports and in sports with repeated intense efforts [J]. Scandinavian Journal of Medicine & Science In Sports, 2010, 20 Suppl 2: 59-69.

[51] Rowlands DS, Kopetschny BH, Badenhorst CE. The Hydrating Effects of Hypertonic, Isotonic and Hypotonic Sports Drinks and Waters on Central Hydration During Continuous Exercise: A Systematic Meta-Analysis and Perspective [J]. Sports Medicine (Auckland, NZ), 2022, 52(2): 349-375.

[52] None. Scientific Opinion on the substantiation of health claims related to carbohydrate-electrolyte solutions and reduction in rated perceived exertion/effort during exercise (ID 460, 466, 467, 468), enhancement of water absorption during exercise (ID 314, 315 [J]. EFSA Journal, 2011, 9(6): 2211.

[53] Mccubbin AJ, Allanson BA, Caldwell Odgers JN, et al. Sports Dietitians Australia Position Statement: Nutrition for Exercise in Hot Environments [J]. International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism, 2020, 30(1): 83-98.

[54] Burdon CA, Johnson NA, Chapman PG, et al. Influence of beverage temperature on palatability and fluid ingestion during endurance exercise: a systematic review [J]. International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism, 2012, 22(3): 199-211.

[55] Siegel R, Maté J, Watson G, et al. The influence of ice slurry ingestion on maximal voluntary contraction following exercise-induced hyperthermia [J]. European Journal of Applied Physiology, 2011, 111(10): 2517-2524.

[56] Onitsuka S, Zheng X, Hasegawa H. Ice slurry ingestion before and during exercise inhibit the increase in core and deep-forehead temperatures in the second half of the exercise in a hot environment [J]. Journal of Thermal Biology, 2020, 94: 102760.

[57] Boulze D, Montastruc P, Cabanac M. Water intake, pleasure and water temperature in humans [J]. Physiology & Behavior, 1983, 30(1): 97-102.

[58] Mündel T, King J, Collacott E, et al. Drink temperature influences fluid intake and endurance capacity in men during exercise in a hot, dry environment [J]. Experimental Physiology, 2006, 91(5): 925-933.

[59] Magee PJ, Gallagher AM, Mccormack JM. High Prevalence of Dehydration and Inadequate Nutritional Knowledge Among University and Club Level Athletes [J]. INTERNATIONAL JOURNAL OF SPORT NUTRITION AND EXERCISE METABOLISM, 2017, 27(2): 158-168.

[60] Maughan RJ, Leiper JB, Shirreffs SM. Restoration of fluid balance after exercise-induced dehydration: effects of food and fluid intake [J]. European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology, 1996, 73(3-4): 317-325.

[61] Kovacs EMR, Schmahl RM, Senden JMG, et al. Effect of high and low rates of fluid intake on post-exercise rehydration [J]. International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism, 2002, 12(1): 14-23.

[62] Mitchell JB, Grandjean PW, Pizza FX, et al. The effect of volume ingested on rehydration and gastric emptying following exercise-induced dehydration [J]. Medicine and Science In Sports and Exercise, 1994, 26(9): 1135-1143.

[63] Shirreffs SM, Maughan RJ. Restoration of fluid balance after exercise-induced dehydration: effects of alcohol consumption [J]. Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md : 1985), 1997, 83(4): 1152-1158.

[64] Flores-Salamanca R, Aragón-Vargas LF. Postexercise rehydration with beer impairs fluid retention, reaction time, and balance [J]. Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism = Physiologie Appliquee, Nutrition Et Metabolisme, 2014, 39(10): 1175-1181.

[65] Wijnen AHC, Steennis J, Catoire M, et al. Post-Exercise Rehydration: Effect of Consumption of Beer with Varying Alcohol Content on Fluid Balance after Mild Dehydration [J]. Frontiers In Nutrition, 2016, 3: 45.

[66] Zhang Y, Coca A, Casa DJ, et al. Caffeine and diuresis during rest and exercise: A meta-analysis [J]. JOURNAL OF SCIENCE AND MEDICINE IN SPORT, 2015, 18(5): 569-574.

[67] Maughan RJ, Griffin J. Caffeine ingestion and fluid balance: a review [J]. Journal of Human Nutrition and Dietetics, 2003, 16(6): 411-420.

[68] Seal AD, Bardis CN, Gavrieli A, et al. Coffee with High but Not Low Caffeine Content Augments Fluid and Electrolyte Excretion at Rest [J]. FRONTIERS IN NUTRITION, 2017, Volume 4 - 2017.