

# Регидратация в процессе мышечной деятельности спортсменок

**Р. Дж. Мохан**

Университет Лафборо, Великобритания

**Резюме.** Дослідження щодо поповнення рідиною організму до, під час і після тренувальних навантажень переважно проводилися і проводяться виключно на чоловіках, недостатньо приділяється уваги у даному питанні щодо жінок-спортсменок. Відмінності чоловічого та жіночого організму у самому процесі потовиділення, вмісті води та функції терморегуляції, а також можливі зміни під час менструального циклу цих змінних створюють необхідність більш детального вивчення процесу регідrataції і втрати поту під час тренувальних навантажень саме серед жінок-спортсменок. Однак аналіз науково-методичної літератури показав, що індивідуальні відмінності в кількості потовиділення і його складі, а також функції терморегуляції є більш значущими, ніж середньостатистичні розбіжності в даних показниках чоловічого і жіночого організму. Таким чином, стратегія гідrataції організму жінки-спортсменки з урахуванням потреби в рідині та електролітах до, під час і після тренувальних і змагальних навантажень повинна бути розроблена виключно на підставі індивідуального підходу з подальшим детальним ознайомленням самих спортсменок.

**Ключові слова:** гідrataція, потовиділення, електролітний баланс, працездатність, жінка-спортсменка.

**Summary.** Guidelines for fluid replacement before, during and after exercise are based almost entirely on measurements made on male subjects and little consideration has been given to the issues that may apply specifically to female athletes. Differences between men and women in sweating characteristics, body water content and thermoregulatory function, as well as potential changes in these variables across the menstrual cycle might be assumed to alter hydration status and sweat loss during exercise. However, the available literature suggests that the variability between individuals in sweat rates and sweat composition as well as in thermoregulatory function are greater than the mean difference between men and women. This suggests that a hydration strategy for women athletes that takes account of fluid and electrolyte needs before, during and after both training and competition, should be developed on an individual basis, though there are some specific issues that women athletes need to be aware of.

**Key words:** Hydration, sweat loss, electrolyte balance, performance, female athlete.

**Постановка проблемы.** Существует множество научных работ, посвященных вопросам разработки стратегии гидратации для спортивных команд и спортсменов, но большинство из них относится исключительно к спортсменам-мужчинам [17, 20, 22]. При этом следует отметить, что общепризнанный факт о значимых индивидуальных различиях в показателях водно-электролитного баланса каждого организма требует большей конкретики относительно именно женщин-спортсменок.

Терморегуляция, как известно, зависит от менструального статуса, а степень потоотделения во время физических упражнений может отличаться в разные фазы менструального цикла у здоровых молодых женщин [34]. Известно, что некоторые стероидные гормоны оказывают влияние на водно-солевой баланс и у многих женщин отмечается задержка жидкости в лютеиновой фазе менструального цикла [8], что под-

тверждалось определением суточного диуреза в течение менструального цикла. Данные наблюдения выявили необходимость изучения влияния гормонального статуса на баланс жидкости в здоровом женском организме, а также установили зависимость характера регидратации в разные фазы менструального цикла.

Фактор, определяющий повышение температуры в лютеиновую фазу, обуславливает характер терморегуляции в состоянии покоя и при физической нагрузке [13, 27]. Некоторые исследования показали, что у женщин с нормальным менструальным циклом более выраженное увеличение потоотделения происходит при более высокой температуре окружающей среды в течение лютеиновой фазы менструального цикла по сравнению с фолликулярной фазой [11, 14, 33]. Наблюдения за изменениями, происходящими в женском организме в состоянии покоя при температуре окружающей среды 48 °C в разные

фазы менструального цикла, показали биологически малозначимые различия в потере жидкости и электролитов [35]. В исследованиях, где учитывались скрытые периоды рефлекса потоотделения, скорость потоотделения, количество активных потовых желез, установлено отсутствие различий в течение менструального цикла в деятельности экзокринных потовых желез в ответ на инъекции потогонного препарата ацетил-3-метилхолина и на воздействие тепла [28]. Мохан и др. [21] измеряли среднюю скорость потоотделения в ходе выполнения физических упражнений в теплом помещении среди здоровых молодых женщин за два дня до начала и на 5-й и 19-й дни после менструации. Никакой разницы в скорости потоотделения отмечено не было. В схожих исследованиях были получены аналогичные результаты [26]. Следовательно, потери пота в ответ на выполнение физических упражнений в разные фазы менструального цикла не имеют значительных различий, предопределяя независимость процесса гидратации организма женщины-спортсменки от фаз менструального цикла.

Исследования о влиянии гипогидратации на работоспособность, а также различные рекомендации по компенсации жидкости, как правило, связаны с особенностями гидратации, что, в свою очередь, обычно характеризует потерю количества жидкости по отношению к общей массе тела для определения именно того оптимального количества жидкости, которое следует употребить во время тренировок, чтобы ограничить дегидратацию не более чем на 2—3 % по отношению к массе тела [1]. Однако приведенные данные относятся к исследованиям, проведенным исключительно на мужчинах. При этом важно соотношение потери жидкости к массе тела. Учитывается меньшая масса тела у женщин и большая величина жирового компонента, что определяет меньший объем жидкости для любой массы тела женского организма. Потеря 2 % массы тела вследствие потоотделения представляет относительно больший объем потери воды в организме у женщин, чем у мужчин. Это может означать, что спортсменки могут быть более чувствительны к любому уровню гипогидратации, которая определяется в процентном отношении к массе тела. Тем не менее не установлено влияние уровня гипогидратации на проявление работоспособности, связанное с потерей жидкости [17], что, в свою очередь, затрудняет возможность установления при этом для женщин-спортсменок граничных значений.

В центре внимания стратегии гидратации женщин-спортсменок находится учет индивидуаль-

ных потребностей организма без существенных модификаций в зависимости от менструального цикла. Спортсменки должны брать во внимание три ключевых аспекта:

- обеспечение надлежащей гидратации до начала физических упражнений;
- возмещение соответствующего количества и типа жидкости во время тренировочного занятия;
- после завершения выполнения физических упражнений восстановление водно-электролитного баланса должно рассматриваться как составная часть общего восстановления организма.

#### **Гидратация перед физической нагрузкой.**

Исследователи [9] провели мета-анализ с целью определения влияния предварительного уровня гидратации на максимальное потребление кислорода и поддержание высокой интенсивности выполняемой работы во время коротких аэробных упражнений продолжительностью менее 30 мин. Установлено, что и максимальное потребление кислорода (–2,4 %), и интенсивность выполненной работы (–3,2 %) были значительно снижены в результате низкого уровня гидратации до начала выполнения упражнений — дегидратация составила более 3 % массы тела [6]. Установлено также, что уровень дегидратации перед тренировкой, составляющий 2,3 % массы тела, сокращает длительность выполнения работы спортсменом приблизительно на 1 ч по сравнению с хорошо гидратированным состоянием его организма. Также вследствие недостаточной гидратации до начала тренировочного занятия может наблюдаться не только снижение возможности длительное время выполнять физические нагрузки [25], но и контролировать воспроизводимые спортсменом усилия [15].

Полученные результаты свидетельствуют о том, что недостаточный уровень гидратации перед началом выполнения упражнений, снижающий работоспособность организма, может быть следствием низкой квалификации спортсмена [18] либо напряженной соревновательной деятельности [19]. В некоторых случаях состояние дегидратации может возникать из-за недовосстановления организма после больших тренировочных нагрузок или при резком снижении массы тела в тех видах спорта, где присутствует деление на весовые категории. Основным является тот факт, что данные ситуации возникают из-за недостатка необходимых знаний и опыта в вопросах гидратации.

Спортсмены должны научиться самостоятельно определять свой уровень гидратации,

и самыми простыми показателями для данной самооценки являются частота мочеиспускания, объем и цвет мочи. У хорошо гидратированного человека обычно образуется около 100—150 мл мочи за 1 ч в состоянии покоя в течение дневных часов. Низкий диурез, о чем свидетельствует редкое мочеиспускание, небольшие объемы мочи, ее концентрация — все это свидетельствует о плохом состоянии гидратации. Диаграммы цвета мочи [2, 3] позволяют оценить средние значения гидратации спортсменов.

Существует несколько потенциальных препятствий на пути к достижению хорошего состояния гидратации перед тренировкой, и особенно перед соревнованиями. Основная проблема заключается в отсутствии оптимального количества жидкости в этих условиях. В частности, некоторые спортсмены, и особенно женщины, могут ограничивать потребление жидкости в данной ситуации, в связи с неопределенностью относительно доступа к туалету.

**Гидратация во время тренировочного занятия.** Процесс потоотделения зависит от многих факторов, наиболее важными из которых являются интенсивность и длительность выполняемой физической нагрузки, а также температура окружающей среды и влажность. Однако при условии, что эти факторы одинаковые, остаются значительные различия в количестве выделяемого пота [10], а также в его составе [30]. Данные различия исключают рекомендации относительно общей для всех фиксированной регидратации, обуславливая необходимость индивидуального подхода к каждому спортсмену.

Исследования ученых Американского колледжа спортивной медицины свидетельствуют о том, что количество потребляемой жидкости во время выполнения длительных физических нагрузок должно покрывать не больше 2 % потери массы тела, так как большее потребление жидкости приведет к увеличению массы тела в процессе тренировочного занятия [1]. Однако данное утверждение не совсем справедливо по отношению к спортсменам, выполняющим большие физические нагрузки на фоне обезвоживания организма — дегидратации. Выходом из сложившейся ситуации является разработка индивидуального подхода к мерам регидратации, что позволит не только сохранить работоспособность, но и защитить здоровье каждого спортсмена. Необходимость разработки индивидуального определения питьевого режима должна быть включена в процесс обучения спортсмена на всех этапах его подготовки [5].

Количество и состав пота, выделяемого организмом во время тренировочного занятия и соревновательной деятельности, можно установить соответственно изменениям массы тела спортсмена с учетом любого количества потребляемой при этом жидкости и выделяемой мочи. Количество потребляемой жидкости можно с легкостью определить посредством пустых емкостей (например, бутылок) при условии, что спортсмены выпивают эту жидкость, а не выплевывают или выливают на тело. Также следует заметить, что у некоторых спортсменов более выражена потеря жидкости через дыхательные пути, особенно во время выполнения длительных больших нагрузок в условиях низкой влажности воздуха. Однако влияние внешних факторов окружающей среды на потерю массы тела не является особо значимым и может не приниматься во внимание во время решения конкретных задач исследования [19]. Потеря массы тела более чем на 2—3 %, действительно, приводит к снижению работоспособности, хотя данное утверждение было оспорено в 2007 г. [29]. При этом не рекомендуется пополнять организм жидкостью во время выполнения физических нагрузок больше величины дегидратации, так как это приведет к увеличению массы тела.

Многие спортсмены обращаются за помощью относительно регидратации к специалистам, однако существует ряд вопросов, которые они способны решить самостоятельно. Прежде всего им необходимо взвешиваться до и после тренировочных занятий, различных по объему и интенсивности, при разных погодных условиях для определения количества выделяемого пота. Потеря массы тела при этом не должна превышать 1—2 % исходной массы. Если потеря массы превышает данное значение, значит спортсмен потребляет недостаточное количество жидкости и во время следующего тренировочного занятия ему необходимо будет восполнить ее недостаток. Если масса тела после тренировочного занятия превышает значение до его начала, значит спортсмен потребил больше жидкости, чем это было необходимо в целях регидратации организма. Следует отметить, что незначительная потеря пота при условии выполнения краткосрочных тренировочных нагрузок низкой интенсивности или в условиях низких температур окружающей среды не требует потребления жидкости вообще [17].

Часто спортсменам рекомендуют потреблять жидкость во время тренировочных занятий в зависимости от чувства жажды, а не от количества выделяемого пота [23, 24]. Это предполагает,

что чувство жажды является надежным показателем дегидратации, однако на самом деле это не так. Спортсмены должны быть подготовлены к постоянному контролю своих потребностей в жидкости, связывать их в соответствии с потерей пота и мочи. Было установлено, что даже при потреблении жидкости спортсмены во время выполнения больших физических нагрузок часто находятся в состоянии обезвоживания. Также исследования показали, что многие спортсмены, находясь в состоянии оптимальной гидратации, набирают массу тела во время тренировочных занятий вследствие неправильного восприятия жажды, голода, сухости во рту. Это сопровождается выделением значительного объема светлой мочи.

Согласно неопубликованным результатам исследования спортсменов высокой квалификации, специализирующихся в футболе, установлено, что в естественных условиях тренировочного процесса они потребляли больше жидкости, чем выделяли ее с потом, увеличивая таким образом массу своего тела во время тренировочных занятий. Данные исследования проводились в ходе стандартной 90-минутной тренировки в холодных и влажных погодных условиях, при которых потери пота составили около 400—800 мл. При таком малом количестве выделяемого пота, особенно в холодных условиях, вполне вероятно, необходимости в приеме жидкости нет.

Напитки, которые следует потреблять во время выполнения физических нагрузок, должны содержать углеводные субстраты, обеспечивающие работу мышц, а также воду и электролиты для восполнения потерь в процессе потоотделения. Не все напитки способны предупредить развитие обезвоживания организма. Состав напитка должен отвечать потребностям гидратации организма и питанию спортсмена. Если преобладает регидратация, напиток должен быть гипотоническим, с низким содержанием углеводов (2—6 %) и относительно высоким содержанием солей натрия [16]. Для компенсации дефицита углеводов напиток должен содержать до 10—12 % углеводов и более [12].

**Регидратация организма в процессе постнагрузочного восстановления.** Восстановление водно-электролитного баланса после физических нагрузок является одной из ключевых проблем процесса восстановления спортсмена после тренировочных и соревновательных нагрузок. К остальным проблемам относятся: восполнение запасов гликогена, требующее приема углеводов, а также пластическое восстановле-

ние мышечной ткани, для чего необходим прием белков. Установлено, что потребление углеводов и белков на ранних стадиях восстановления положительно влияет на последующее выполнение физических нагрузок и может принести конкретную пользу для спортсменов, выполняющих интенсивную тренировочную и соревновательную нагрузку [4]. Применение продуктов, содержащих необходимые питательные вещества, должно сочетаться с приемом жидкости и электролитов, поскольку известно, что достаточное количество воды и электролитов, особенно солей натрия, необходимых для восполнения их потерь с потом, обеспечивают эффективное восстановление организма спортсмена после высоких нагрузок [31].

Установлено [7], что потребление раствора электролитов и глюкозы в объеме, равном потере массы тела вследствие теплового воздействия, было более эффективным при восстановлении общего баланса жидкости организма, чем того же объема деминерализованного напитка. Полученные результаты свидетельствуют, что дегидратация организма является следствием водной и солевой потерь с мочой, а также потери воды с выдыхаемым воздухом и через кожу. Определено [32], что процесс регидратации, необходимый для восстановления водного баланса организма после обезвоживания, должен включать объем жидкости, соответствующий потере массы тела, и не превышать 2 % массы тела. Содержание натрия в потребляемых после тренировочных нагрузок напитках имеет важное значение для процесса регидратации организма, так как оказывает существенное влияние на своевременное изменение величины объема крови, увеличение потребления самой жидкости и снижение диуреза. Исследовано [31] влияние потребления бессолевого напитка и напитков с различными концентрациями солей натрия (25, 50 и 100 ммоль · л<sup>-1</sup>) после тренировочных нагрузок, вызывающих состояние обезвоживания организма (около 2 % массы тела). Установлено, что через 6 ч после окончания процесса регидратации нормальный водный баланс оставался только у тех обследованных, которые принимали напиток с концентрацией солей натрия 100 ммоль · л<sup>-1</sup>. Остальные обследуемые испытывали недостаток жидкости в организме. Полученные данные позволили заключить, что объем жидкости, необходимый для восполнения потерь после тренировочных нагрузок, должен составлять 150 % чистого дефицита. При этом содержание соли в пище или напитке должно быть равным или большим по

сравнению с количеством потерянного при по-тоотделении натрия.

Нами были проведены исследования относи-тельно изучения восстановления водно-электро-литного баланса после выполнения физической нагрузки с учетом количества потерянного пота [21]. В них приняли участие женщины с регу-лярным менструальным циклом продолжитель-ностью 28 дней. Дегидратация обследуемых составила 1,8 % массы тела во время выпол-нения физических нагрузок в условиях высокой температуры окружающей среды. Исследования проводились за 2 дня до начала и на 5-й и 19-й дни после завершения фазы менструации. По окончании выполнения упражнений испытуемые потребили 150 % установленной потери мас-сы тела, имеющегося в продаже спортивного напитка, в течение 60 мин. Диурез определя-ли через 6 ч после приема пищи, а показатель электролитов в моче был одинаковым во все дни проводимого исследования, независимо от фаз менструального цикла. Также было уста-новлено, что на всех этапах исследований, че-рез 6 ч после приема напитка, показатель ги-дратации не отличался от исходного значения. Таким образом, потребность в восполнении по-тери жидкости вследствие выполнения физиче-ской нагрузки не зависит от фаз менструально-го цикла.

У некоторых людей содержание соли в вы-деляемом поте выше нормы, именно поэтому им необходимо потреблять солесодержащие напик-и и пищу, а в случаях потерь пота в больших количествах оправданным является потребление соли в таблетированной форме. Самостоятель-ное определение содержания соли в выделяе-мом поте возможно с помощью темной одеж-ды, например, футболки, на которой выступает соль во время выполнения физических нагрузок. При выраженном потоотделении потери солей могут быть одной из причин появления мышечных су-дорог у спортсменов.

#### References

1. American College of Sports Medicine. (2007). Exercise and fluid replacement. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39, 377—390.
2. Armstrong LE, Maresh CM, Castellani JW, Bergeron MF, Kenefock RW, Lagasse KE, Riebe D. Urinary indexes of hydration status. *Int J Sport Nutr* 1994, 4, 265—279.
3. Armstrong LE, Pumerantz AC, Fiala KA, Roti MW, Kavouras SA, Casa DJ, Maresh CM. Human hydration indices: acute and longitudinal reference values. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2010, 20, 145—153.
4. Beelen M, Burke LM, Gibala MJ, van Loon LJC. Nutritional strategies to promote postexercise recovery. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2010, 20, 515—532.
5. Casa DJ, Armstrong LE, Hillman SK, Montain SJ, Reiff RV, Rich BSE. National Athletic Trainers' Association position statement: Fluid replacement for athletes. *Journal of Athletic Training* 2000, 35, 212—224.
6. Casa DJ, Stearns RL, Lopez RM, Ganio MS, McDermott BP, Yeargin S, Yamamoto LM, Mazerolle SM, Roti MW, Armstrong LE & Maresh CM. Influence of hydration on physiological function and performance during trail running in the heat. *Journal of Athletic Training* 2010, 45, 147—156.
7. Costill DL and Sparks KE. Rapid fluid replacement following thermal dehydration in man. *J. Appl. Physiol* 1973, 40, 6—11.
8. Fong AKH, Kretsch MJ. Changes in dietary intake, urinary nitrogen, and urinary volume across the menstrual cycle. *Am J Clin Nutr* 1993, 57, 43—6.
9. Gigou PY, Lamontagne—Lacasse M & Goulet EDB. Meta—analysis of the effects of pre—exercise hypo-hydration on endurance performance, lactate threshold and  $\dot{V}O_{2max}$ . *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2010, 42, 361—362.
10. Greenhaff PL, PJ Clough. Predictors of sweat loss in man during prolonged exercise. *Eur J Appl Physiol* 1989, 58, 348—352.
11. Haslag SWM, Hertzman AB. Temperature regulation in young women. *J Appl Physiol* 1965, 20, 1283—8.
12. Jeukendrup AE, McLaughlin J. Carbohydrate ingestion during exercise: effects on performance, training adaptations and trainability of the gut. Nestle Nutrition Institute workshop series. 2011, 69, 1—17 /
13. Kleitman N, Ramsaroop A. Periodicity in body temperature and heart rate. *Endocrinology* 1948,43, 1—20.
14. Kolka MA, Stephenson LA. Control of sweating during the human menstrual cycle. *Eur J Appl Physiol* 1989, 58, 890—5.
15. Lopez RM, Casa DJ, Jensen KA, DeMartini JK, Pagnotta KD, Ruiz RC, Roti MW, Stearns RL, Armstrong LE, Maresh CM. Examining the influence of hydration status on physiological responses and running speed during trail running in the heat with controlled exercise intensity. *J Strength Cond Res* 2011, 25, 2944—2954.
16. Maughan RJ. The sports drink as a functional food: formulations for successful performance. *Proc Nutr Soc* 1998, 57, 15—23.
17. Maughan RJ, SM Shirreffs. Development of individual hydration strategies for athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2008, 18, 457—472.
18. Maughan RJ, SM Shirreffs, SJ Merson, CA Horswill (2005) Fluid and electrolyte balance in elite male football (soccer) players training in a cool environment. *J Sports Sci* 23, 73—79.
19. Maughan RJ, P Watson, GH Evans, N Broad, SM Shirreffs (2007) Water balance and salt losses in competitive football. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 17, 583—594.
20. Maughan RJ, SM Shirreffs. Development of hydration strategies to optimize performance for athletes in high—intensity sports and in sports with repeated intense efforts. *Scand J Med Sci Sports* 2010, 20 (Suppl. 2), 59—69.
21. Maughan RJ, M McArthur, SM Shirreffs. Influence of menstrual status on fluid replacement after exercise—induced dehydration in healthy young women. *Br J Sports Med* 1996, 30, 41—47.
22. Montain S. Hydration Recommendations for Sport. *Curr Sports Med Reports* 2008, 7, 187—192.
23. Noakes TD. Is drinking to thirst optimum? *Ann Nutr Metab* 2010, 57, 9—17.

24. *Nolte HW*, Noakes TD, Van Vuuren B. Trained humans can exercise safely in extreme dry heat when drinking water ad libitum. *Journal of sports sciences* 2011, 29, 1233—1241.
25. *Peacock OJ*, K Stokes, D Thompson. Hydration status, fluid balance, and psychological affect during recreational exercise in adults. *J Sports Sci* 2011, 29, 897—904.
26. *Pivarnik JM*, CJ Marichal, T Spillman, JR Morrow Jr. Menstrual cycle phase affects temperature regulation during endurance exercise. *J Appl Physiol* 1992, 72, 543—548.
27. *Rothchild I*, Barnes AC. The effects of dosage, and of estrogen, androgen or salicylate administration on the degree of body temperature elevation induced by progesterone. *Endocrinology* 1952, 50, 485—96.
28. *Sargent F*, Weinman KP. Eccrine sweat gland activity during the menstrual cycle. *J Appl Physiol* 1966, 21, 1685—7.
29. *Sawka MN*, Noakes TD. Does dehydration impair exercise performance? *Med Sci Sports Exerc* 2007, 39, 1209—1217.
30. *Shirreffs SM*, RJ Maughan. Whole body sweat collection in man: an improved method with some preliminary data on electrolyte composition. *J Appl Physiol* 1997, 82, 336—341.
31. *Shirreffs SM*, RJ Maughan. Volume repletion following exercise—induced volume depletion in man: replacement of water and sodium losses. *Am J Physiol* 1998, 43, F868—875.
32. *Shirreffs SM*, Taylor AJ, Leiper JB and Maughan RJ. Post—exercise rehydration in man: effects of volume consumed and drink sodium content. *Med. Sci. Sports Exerc* 1996, 28, 1260—1271.
33. *Stephenson LA*, Kolka MA. Menstrual cycle phase and time of day alter the reference signal controlling arm blood flow and sweating. *Am J Physiol* 1985, 249, R186—234.
34. *Stephenson LA*, Kolka MA. Thermoregulation in women. *Exerc Sports Sci Rev* 1993, 21, 231—62.
35. *Wells CM*, Horvath SM. Heat stress responses related to the menstrual cycle. *J Appl Physiol* 1973, 35, 1—5.

Надійшла 18.03.2012