

**ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ГИПОТЕРМИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ (КРАТКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)**

А.В. КОНОВ, А.В. СМОЛЕНСКИЙ, О.И. БЕЛИЧЕНКО

*НИИ Спортивной Медицины Российский Государственный Университет Физической Культуры, Спорт, Молодежи и Туризма, Сиреневый бул., 4, г. Москва, 105484, Россия*

**Аннотация.** Поскольку современный спорт и его достижения не возможны без новейших медицинских технологий и методов, в области восстановления и реабилитации спортсменов, том числе без использования фармакологических препаратов и специализированного спортивного питания, всё больший интерес для исследователей представляет связь между температурой тела спортсмена, окружающей его среды и физической работоспособностью, также, вытекающая из этой связи стратегия предварительного охлаждения, как средства повышения спортивной работоспособности. В статье проведён обзор данных литературы по использованию предварительного охлаждения (гипотермии), как средства повышения физической работоспособности и выносливости. Проанализировано несколько метаобзоров, включивших в себя оригинальные статьи и статьи опубликованные в *Pubmed, Sportdiscus, Embase*.

**Ключевые слова:** физическая работоспособность, гипотермия, предварительное охлаждение, температура головного мозга, тепловой стресс, оксигенация, мозговой кровоток, метаболизм.

**POSSIBILITY OF PROVISIONAL HYPOTHERMIA TO IMPROVE PHYSICAL PERFORMACE (REVIEW)**

A.V. KONOV, A.V. SMOLENSKY, O.I. BELICHENKO

*Russian State University of Physical Culture, Sport, Youth and Tourism,  
Sports Medicine Research Institute of Russian State University of Physical Culture, Sport, Youth and Tourism,  
Sireneviy str., Moscow, 105484, Russia*

**Annotation.** Since the modern sport and his achievements are impossible without new medical technologies and techniques in the field of reconstruction and rehabilitation of sportsmen, including without using pharmaceuticals and specialized sports nutrition, a greater interest of researchers is aimed to the relationship between the athlete's body temperature, its environment and physical performance, also resulting from this connection, pre-cooling strategy as a means to enhance athletic performance. The article is devoted to review of the literature data on the use of pre-cooling (hypothermia) as a means to enhance physical performance and endurance. It analyzed several meta-reviews, including original papers and articles published in *Pubmed, Sportdiscus, Embase*.

**Key words:** physical performance, hypothermia, pre-cooling, the brain temperature, heat stress, oxygenation, cerebral blood flow, metabolism.

Человеческий организм способен поддерживать температуру тела в очень точно определенном диапазоне. В этом участвуют достаточно сложные физиологические механизмы в том числе позволяющие предотвратить резкие колебания температуры тела несмотря на изменения условий окружающей среды. Эти механизмы имеют жизненно важное значение для сохранения нормального на субклеточном, клеточном, органном и общем функционировании организма. Значительные изменения в этих механизмах, приводят к глубоким по высоте или по снижению температуры тела и могут быть опасными для жизни. Нарушения терморегуляции встречаются в клинической практике, в повседневной жизни и при занятиях физической культурой и особенно спортом, а тепловой удар и глубокое переохлаждение являются двумя основными причинами для оказания скорой медицинской помощи [9].

Любая мышечная работа сопровождается выделением тепла и чем интенсивнее работа тем выше теплообразование и тепловыделение. В результате перегрева ограничивается мощность и длительность работы и в конце концов может наступить тепловой стресс (удар) приводящий к длительному снижению работоспособности [3, 4]. Именно поэтому исследования воздействия повышения температуры тела при мышечной работе и предварительного охлаждения, как средства повышения спортивной работоспособности, проводятся уже более 30 лет [1, 17].

Физические упражнения ускоряют темпы производства тепла и приводят к быстрому увеличению температуры тела, которая может достигать значений выше 40°C, в зависимости от интенсивности упражнений, продолжительности и температуры окружающей среды. Хорошо известно, что индуциро-

ванная физическими упражнениями гипертермия отрицательно влияет на возможность ведения продолжительных физических усилий с помощью механизмов, которые еще до конца не выяснены. В то же время гипертермия приводит и к заметному увеличению температуры мозга. В покое температура головного мозга зависит от его метаболической активности и незначительные изменения его температуры ведут к значительным изменениям нейронной активности. Жесткий контроль температуры мозга является критически важным для обеспечения оптимальной функции мозга при различных физиологических состояниях, таких как интенсивная физическая активность или полный покой [20].

Необходимо учитывать, что, хотя мозг составляет только 2% от массы тела человека, на него приходится 25% от общего объема утилизации глюкозы в организме и 20% потребления кислорода. Головной мозг — это орган с интенсивным производством тепла и более того это, метаболически, очень «дорогой» орган [13, 21]. Почти все процессы, происходящие в головном мозге, чувствительны к колебаниям температуры [10, 11]. При этом эффективность расхода энергии мозгом в высокой степени зависит от температуры [26]. На сегодняшний день, доклинические и клинические данные убедительно свидетельствуют о том, что существует разрушительная взаимосвязь между температурой головного мозга и мозговыми травмами. При значительных физических нагрузках в тех случаях, когда уровень теплопродукции превосходит объем отдачи тепла в окружающую среду, а температура тела поднимается выше 38°C, теплота начинает накапливаться в головном мозге, температура его повышается, причем более значимо, чем базальная температура в связи с крайней уязвимостью механизмов церебральной теплоотдачи [14]. И с этой стороны, гипотермия мозга представляется наиболее мощным нейропротектором в лабораторных исследованиях [8], а предварительная краниocereбральная гипотермия может увеличить время эффективной работы, отдаляя наступление переутомления [2].

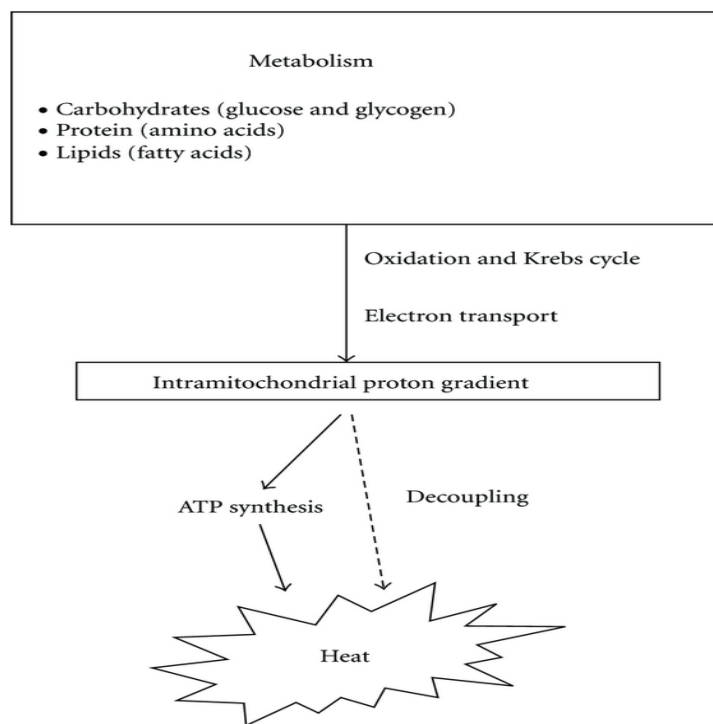


Рис. 1. Производство тепловой энергии в энергетическом обмене. Схема действует для любого типа клеток (Ségolène Mrozek, Fanny Vardon and Thomas Geeraerts. 2012 г.)

В 1986 году Caputa M, Feistkorn G, Jessen C. провели эксперимент по влиянию повышения температуры головного мозга на работоспособность у коз. Было выявлено, что при температуре мозга между 38,5°C и 42,0°C и температуре тела между 39°C и 43,5°C физическая работоспособность и время работы не снижаются. При этом концентрация лактата в крови увеличивается с ростом температуры головного мозга и тела, но не превышает 13,1 ммоль / л-1. Артериальное давление и частота сердечных сокращений не показали зависимости от температуры мозга. Было выявлено, что при температуре головного мозга от 42 до 42,9°C резко сокращалось время работы и её производительность даже при кратковременном повышении температуры до этого диапазона [6]. Роль общей и церебральной гипертермии в индукции утомления при физических нагрузках и перегревании не была известна до появления работ, подтверждающих факт связи повышения температуры мозга и снижения производительности. Причем нараста-

ние периферической усталости, обусловленной накоплением в мышцах метаболитов и нарушениями ионного баланса, не коррелировало с ростом базальной температуры у спортсменов [13]. Тем не менее, в экспериментах было показано, что возможность сохранять максимальную активность скелетных мышц снижается при пассивном перегревании [16]. Очевидно, что развитие утомления не может быть связано только с рассматриваемой теорией центрального утомления [15].

Предварительное охлаждение, на данный момент, является довольно популярной стратегией борьбы с тепловым стрессом и часто применяется для повышения выносливости. Приведённые исследования демонстрируют эффективность снижения, перед тренировкой, температуры тела тем самым повышая его тепловую ёмкость, что сопровождается повышением физической работоспособности во влажных и жарких условиях [1, 17, 20]. Предварительное охлаждение до тренировки или во время спортивного соревнования находит своё обоснование в теории, что снижение температуры тела до тренировки помогает организму в поддержании гомеостаза, в частности – в терморегуляции во время физических упражнений. В жарких или влажных средах, тело посылает до 20% сердечного выброса на кожу для терморегуляции. И получается, что эта кровь отвлекается от активных мышц. Теоретически, атлет имеющий пониженную температуру до и во время физических упражнений может снизить количество крови шунтирующейся на кожу, увеличив тем самым мышечный кровоток и, таким образом, оказать положительное воздействие на спортивные результаты. Второй вероятный механизм – вызванная гипертермией гипervентиляция приводит к снижению парциального давлений углекислого газа в артериальной крови ( $PaCO_2$ ), что вызывает спазм сосудов головного мозга. Последние данные свидетельствуют о том, что снижение  $PaCO_2$  может быть первичной, если не единственной, причиной снижения мозгового кровотока [11].

Идея предварительного охлаждения существует в течение некоторого времени, но только недавно становится популярной в кругу элитных спортсменов [17]. Так на Олимпийских играх 2004 года, американские и австралийские спортсмены были обеспечены жилетами со льдом предназначенными для охлаждения их тела перед выступлением [1]. Действительно, даже при умеренных температурах предварительное охлаждение может оказать существенное влияние на результат. Наглядным свидетельством преимуществ для ряда стратегий предварительного охлаждения, проводимых в лабораторных условиях является то, что эти стратегии могут быть использованы спортсменами, которые конкурируют в жарких условиях окружающей среды в целях повышения безопасности тренировок, уменьшить их предполагаемой тепловой стресс и улучшить спортивные результаты.

В нескольких метаобзорах, включавших в себя оригинальные статьи, опубликованные в *Pubmed*, *Sportdiscus*, *Embase*, последняя из которых датируется мартом 2015 года [5, 24], сделан вывод, что охлаждение может значительно улучшить физическую работоспособность в жару, а также что тип и техника охлаждения влияет на его результат.

Одним из недостатков этих и многих других обзоров и исследований является, то что в качестве испытуемых были только взрослые лица мужского пола. В то же время имеются данные, что предварительное охлаждение в виде обливания холодной водой в течение 20 минут не оказывает положительного эффекта у женщин. Исследования в группах до 18 лет не проводились вообще. В одном исследовании отсутствие наблюдаемого улучшения в производительности после предварительного охлаждения, возможно, было связано с коротким временем проведения. И возможно с самим способом предварительного охлаждения [18, 28].

Таким образом в целом, применение предварительного охлаждения, как средства повышения, сохранения и восстановления работоспособности представляется весьма перспективным в спорте. Тем не менее требуются дополнительные исследования для определения чётких методик проведения охлаждения, в том числе локальной гипотермии [2], установления температурных режимов для достижения максимальной эффективности при отсутствии осложнений, продолжительности и способов проведения процедуры. А также – изучение возможности применения метода с учётом гендерных и возрастных различий.

### Литература

1. Боуш Р.Л. Влияние локальной гипотермии на быстроту и точность движений человека // Учёные записки университета им. П.Ф. Лесгафта. 2007. № 8. С. 20–25.
2. Конов А.В., Смоленский А.В., Беличенко О.И., Шевелёв О.А., Хусяинов З.М., Гарамян А.И.. Использование локальной терапевтической краниocereбральной гипотермии для профилактики осложнений лёгкой черепно-мозговой травмы в спорте // Терапевт. 2015. №11-12. С. 21–27.
3. Лучаков Ю.И., Шабанов П.Д., Несмеянов А.А., Хадарцев А.А. Влияние соотношения размеров ядра и оболочки тепловой гомеостазис некоторых животных // Вестник новых медицинских технологий. Электронный журнал. 2014. №1. Публикация 2-20. URL: <http://medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2014-1/4785.pdf>. Дата обращения 30.04.2014. DOI: 10.12737/3862.
4. Морозов В.Н., Хадарцев А.А. К современной трактовке механизмов стресса // Вестник новых медицинских технологий. 2010. Т.17. №1. С. 15–17.

5. Anthony R. Bain, Shawnda A., Morrison, Philip N. Ainslie. Front. Physiol. Cerebral oxygenation and hyperthermia // Ainslie. Front. Physiol. Centre for Heart Lung and Vascular Health, University of British Columbia, Okanagan, BC, Canada. Faculty of Professional Studies, Kinesiology, Acadia University, Wolfville, NS, Canada. DOI: 10.3389/fphys.2014.00092.
6. Bongers C.C., Thijssen D.H., Veltmeijer M.T., Hopman M.T., Eijssvogels T.M. Precooling and per-cooling (cooling during exercise) both improve performance in the heat: a meta-analytical review // Br J Sports Med. 2015. V.49, №6. P. 377–384. DOI: 10.1136/bjsports-2013-092928.
7. Caputa M., Feistkorn G., Jessen C. Effects of brain and trunk temperatures on exercise performance in goats // Pflugers. 1986. V.406, №2. P.184–189.
8. Dalton Dietrich, Helen W., Bramlett M. The evidence for hypothermia as a neuroprotectant in traumatic brain injury // Neurotherapeutics. 2010. V. 7, № 1, P. 43–50.
9. Ross M., Abbiss C., Laursen P., Martin D., Burke L. Precooling methods and their effects on athletic performance : a systematic review and practical applications // Sports Med. 2013. V.43, №3. P. 207–225. DOI: 10.1007/s40279-012-0014-9.
10. Frederic H. Kauffman. Disorders of Thermoregulation // Critical Care Study Guide. 2002. P. 406–418.
11. Fohlmeister J.F., Cohen E.D., Newman E.A. Mechanisms and distribution of ion channels in retinal ganglion cells: using temperature as an independent variable // J. Neurophysiol. 2010. V.103. P. 1357–1374. DOI: 10,1152 / jn.00123.2009.
12. Guatteo E., Chung K.K., Bowala T.K., Bernardi G., Mercuri N.B., Lipski J. Temperature sensitivity of dopaminergic neurons of the substantia nigra pars compacta: involvement of transient receptor potential channels // J. Neurophysiol. 2005. V. 94. P. 3069–3080. DOI: 10,1152 / jn.00066.2005.
13. Fohlmeister J.F., Cohen E.D., Newman E.A. Mechanisms and distribution of ion channels in retinal ganglion cells: using temperature as an independent variable // J. Neurophysiol. 2010. V.103. P. 1357–1374. DOI: 10,1152 / jn.00123.2009.
14. Iain Hunter J., Ty Hopkins, Douglas J. Casa. Warming Up With an Ice Vest: Core Body Temperature Before and After Cross-Country Racing // J Athl. Train. 2006. V. 41, №4. P.371–374.
15. Lamanna J.C., Rosenthal M., Novack R., Moffett D.F., Jobsis F.F. Temperature coefficients for the oxidative metabolic responses to electrical stimulation in cerebral cortex // J.Neurochem . 1980. V. 34. P. 203–209. DOI: 10.1111 j.1471-4159.1980.tb04641.x.
16. Nielsen B., Savard G., Richter E.A., Hargreaves M., Saltin B. Muscle blood flow and metabolism during exercise and heat stress // J Appl Physiol. 1990. V. 69. P. 1040–1046.
17. Nybo L. Hyperthermia and fatigue // J Appl Physiol. 2008. V. 104. P. 871–878.
18. Nybo L. CNS fatigue provoked by prolonged exercise in the heat // Front Biosci (Elite Ed). 2010. V. 2, P. 779–792.
19. Nybo L., Nielsen B. Middle cerebral artery blood flow velocity is reduced with hyperthermia during prolonged exercise in humans // J Physiol. 2001. V. 534, P. 279–286.
20. Ross M., Abbiss C., Laursen P., Martin D., Burke L. Precooling methods and their effects on athletic performance : a systematic review and practical applications // Sports Med. 2013. V. 43, №3. P. 207–225. DOI: 10.1007/s40279-012-0014-9.
21. Ségolène Mrozek, Fanny Vardon, Thomas Geeraerts. Brain Temperature: Physiology and Pathophysiology after Brain Injury // Anesthesiology Research and Practice. 2012. Article ID 989487, 13 p.
22. Taylor L.I., Mauger A.R., Watkins S.L., Fitch N., Brewer J., Maxwell N.S., Webborn N., Castle P.C. Precooling does not improve 2,000-m rowing performance of females in hot, humid conditions // J Strength Cond Res. 2014. V.28, №12. P. 3416–3424. DOI: 10.1519/JSC.0000000000000558.
23. Wegmann M., Faude O., Poppendieck W., Hecksteden A., Fröhlich M., Meyer T. Pre-cooling and sports performance: a meta-analytical review // Sports Med. 2012. V.42, №7. P. 545–564. DOI: 10.2165/11630550-000000000-00000.
24. Anthony R. Bain, Shawnda A. Morrison, Philip N. Ainslie. Cerebral oxygenation and hyperthermia // Front. Physiol. 2014. DOI: 10.3389/fphys.2014.00092.
25. Bongers C.C., Thijssen D.H., Veltmeijer M.T., Hopman M.T., Eijssvogels T.M. Precooling and per-cooling (cooling during exercise) both improve performance in the heat: a meta-analytical review // Br J Sports Med. 2015. V. 49, №6. P. 377–384. DOI: 10.1136/bjsports-2013-092928.
26. Yablonskiy D.A., Ackerman J.J., Raichle M.E. Proc. Natl. Acad. Sci. 2000. V. 97. P. 7603–7608. DOI: 10.1073 / pnas.97.13.7603.
27. Yu Y., Hill A.P., McCormick D.A. Warm body temperature facilitates energy efficient cortical action potentials // PLoS Comput. Biol. 2012. V. 8. DOI: 10.1371 / journal.pcbi.1002456.
28. Morrison S.A., Cheung S., Cotter J.D. Importance of airflow for physiologic and ergogenic effects of precooling // J Athl Train. 2014. V. 49, №5. P. 632–639. DOI: 10.4085/1062-6050-49.3.27.

29. Wegmann M., Faude O., Poppendieck W., Hecksteden A., Fröhlich M., Meyer T. Pre-cooling and sports performance: a meta-analytical review // *Sports Med.* 2012. V.42, №7, P. 545–564. DOI: 10.2165/11630550-000000000-00000.

#### References

1. Boush RL Vliyanie lokal'noy gipotermii na bystrothu i tochnost' dvizheniy cheloveka. Uchenye zapiski universiteta im. P.F. Lesgafta. 2007;8:20-5. Russian.
2. Konov AV, Smolenskiy AV, Belichenko OI, Shevelev OA Khusyaynov ZM Garakyan AI. Ispol'zovanie lokal'noy terapevticheskoy kraniotsebral'noy gipotermii dlya profilaktiki oslozhneniy legkoy cherepno-mozgovoy travmy v sporte. *Terapevt.* 2015;11-12:21-7. Russian.
3. Luchakov YuI, Shabanov PD, Nesmeyanov AA, Khadartsev AA. Vliyanie sootnosheniya razmerov yadra i obolochki teplovy gomeostazis nekotorykh zhivotnykh. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy (Elektronnykh zhurnal).* 2014 [cited 2014 Apr 30];1 [about 9 p.]. Russian. Available from: <http://medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2014-1/4785.pdf>. DOI: 10.12737/3862.
4. Morozov VN, Khadartsev AA. K sovremennoy traktovke mekhanizmov stressa. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy.* 2010;17(1):15-7. Russian.
5. Anthony R Bain, Shawnda A, Morrison Philip N. Ai Cerebral oxygenation and hyperthermia. *Ain-slie. Front. Physiol.* DOI: 10.3389/fphys.2014.00092.
6. Bongers CC, Thijssen DH, Veltmeijer MT, Hopman MT, Eijsvogels TM Precooling and percooling (cooling during exercise) both improve performance in the heat: a meta-analytical review. *Br J Sports Med.* 2015;49(6):377-384. DOI: 10.1136/bjsports-2013-092928.
7. Caputa M, Feistkorn G, Jessen C. Effects of brain and trunk temperatures on exercise performance in goats // *Pflugers Arch.* 1986;406(2):184-9.
8. Dalton Dietrich, Helen W, Bramlett M. The evidence for hypothermia as a neuroprotectant in traumatic brain injury. *Neurotherapeutics.* 2010;7:43-50.
9. Ross M, Abbiss C, Laursen P, Martin D, Burke L. Precooling methods and their effects on athletic performance : a systematic review and practical applications. *Sports Med.* 2013;43(3):207-25. DOI: 10.1007/s40279-012-0014-9.
10. Frederic H. Kauffman. Disorders of Thermoregulation. *Critical Care Study Guide.* 2002:406-18.
11. Fohlmeister JF, Cohen ED, Newman EA Mechanisms and distribution of ion channels in retinal ganglion cells: using temperature as an independent variable. *J. Neurophysiol.* 2010;103:1357-74. DOI: 10.1152 / jn.00123.2009.
12. Guatteo E, Chung KK, Bowala TK, Bernardi G, Mercuri NB, Lipski J. Temperature sensitivity of dopaminergic neurons of the substantia nigra pars compacta: involvement of transient receptor potential channels. *J. Neurophysiol.* 2005;94:3069-80. DOI: 10.1152 / jn.00066.2005.
13. Fohlmeister JF, Cohen ED, Newman EA. Mechanisms and distribution of ion channels in retinal ganglion cells: using temperature as an independent variable. *J. Neurophysiol.* 2010;103:1357-74. DOI: 10.1152 / jn.00123.2009.
14. Iain Hunter, J Ty Hopkins, Douglas J Casa. Warming Up With an Ice Vest: Core Body Temperature Before and After Cross-Country Racing. *J. Athl. Train.* 2006;41(4):371–4.
15. Lamanna JC, Rosenthal M, Novack R, Moffett DF, Jobsis FF. Temperature coefficients for the oxidative metabolic responses to electrical stimulation in cerebral cortex. *J. Neurochem.* 1980;34:203-9. DOI: 10.1111 j.1471-4159.1980.tb04641.x.
16. Nielsen B, Savard G, Richter EA, Hargreaves M, Saltin B. Muscle blood flow and metabolism during exercise and heat stress. *J Appl Physiol.* 1990;69:1040-6.
17. Nybo L. Hyperthermia and fatigue. *J Appl Physiol.* 2008;104:871-8.
18. Nybo L. CNS fatigue provoked by prolonged exercise in the heat. *Front Biosci (Elite Ed).* 2010;2: 779-92.
19. Nybo L, Nielsen B. Middle cerebral artery blood flow velocity is reduced with hyperthermia during prolonged exercise in humans. *J Physiol.* 2001;534:279-86.
20. Ross M, Abbiss C, Laursen P, Martin D, Burke L. Precooling methods and their effects on athletic performance : a systematic review and practical applications. *Sports Med.* 2013;43(3):207-25. DOI: 10.1007/s40279-012-0014-9.
21. Ségolène Mrozek, Fanny Vardon, Thomas Geeraerts. Brain Temperature: Physiology and Pathophysiology after Brain Injury. *Anesthesiology Research and Practice.* 2012;ID 989487.
22. Taylor LI, Mauger AR, Watkins SL, Fitch N, Brewer J, Maxwell NS, Webborn N, Castle PC. Pre-cooling does not improve 2,000-m rowing performance of females in hot, humid conditions. *J Strength Cond Res.* 2014;28(12):3416-24. DOI: 10.1519/JSC.0000000000000558.
23. Wegmann M, Faude O, Poppendieck W, Hecksteden A, Fröhlich M, Meyer T. Pre-cooling and sports performance: a meta-analytical review. *Sports Med.* 2012;42(7):545-64. DOI: 10.2165/11630550-000000000-00000.

24. Anthony R Bain, Shawnda A Morrison, Philip N. Cerebral oxygenation and hyperthermia. *Ainslie. Front. Physiol.* 2014. DOI: 10.3389/fphys.2014.00092.

25. Bongers CC, Thijssen DH, Veltmeijer MT, Hopman MT, Eijssvogels TM. Precooling and percooling (cooling during exercise) both improve performance in the heat: a meta-analytical review. *Br J Sports Med.* 2015;49(6):377-84. DOI: 10.1136/bjsports-2013-092928.

26. Yablonskiy DA, Ackerman JJ, Raichle ME. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 2000; 97:7603-8. DOI: 10.1073 / pnas.97.13.7603.

27. Yu Y, Hill AP, McCormick DA. Warm body temperature facilitates energy efficient cortical action potentials. *PLoS Comput. Biol.* 2012;8. DOI: 10.1371 / journal.pcbi.1002456.

28. Morrison SA, Cheung S, Cotter JD. Importance of airflow for physiologic and ergogenic effects of precooling. *J Athl Train.* 2014;49(5):632-9. DOI: 10.4085/1062-6050-49.3.27.

29. Wegmann M, Faude O, Poppendieck W, Hecksteden A, Fröhlich M, Meyer T. Pre-cooling and sports performance: a meta-analytical review. *Sports Med.* 2012;42(7):545-64. DOI: 10.2165/11630550-000000000-00000.

---

**Библиографическая ссылка:**

Конов А.В., Смоленский А.В., Беличенко О.И. Возможность применения предварительной гипотермии для повышения физической работоспособности (краткий обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2016. №2. Публикация 8-4. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2016-2/8-4.pdf> (дата обращения: 05.05.2016). DOI: 10.12737/19738.